This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0179 3203

Erdsalzarmut und Entartung.

Von

Hofrat Dr. med. **C. Röse.**

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1908.

V513
K1R7
1908

LANE
MEDICAL
LIBRARY
LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
1885
Gift
Dr. A. von Borosini

Erdsalzarmut und Entartung.

Von

Hofrat Dr. med. C. Böse.

LANE LIBRARY

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1908.

Sonderabdruck aus „Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde“.
1908, Heft 1—6.

LANE LIBRARY

V513
K1K7
1908

Inhalt.

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Erdsalzarmut und Zahnverderbnis	10
3.	Erdsalzarmut und Speichelbeschaffenheit	50
4.	Erdsalzarmut und Militärtauglichkeit	60
5.	Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Bodens, des Trinkwassers und der Nahrungsmittel	77
6.	Erdsalzarmut und Stillungsfähigkeit der Frauen	115
7.	Erdsalzarmut und Rhachitis	118
8.	Über die Aufnahme der Erdsalze in den menschlichen Körper	126
9.	Die Bekämpfung der Erdsalzarmut	143

1. Einleitung.

Von den beiden großen Hinterlassenschaften Liebigs auf dem Gebiete der Ernährungsphysiologie hat die ärztliche Wissenschaft bisher nur die Eiweißfrage einigermaßen vollständig ausgebaut. Die ebenso wichtige Nährsalzfrage dagegen ist im Laufe des letzten Menschenalters etwas vernachlässigt worden. Alle Gelehrten sind sich darüber einig, **daß** die Nährsalze im Haushalte der Natur eine große Rolle spielen; denn ohne ihre Anwesenheit ist überhaupt kein Leben möglich. **Welche** Rolle die Salze aber spielen, darüber wissen wir bisher noch herzlich wenig. Bisher fehlte es an geeigneten Methoden, mit denen man auf experimentellem Wege der Lösung dieser außergewöhnlich schwierigen Frage hätte nähertreten können. Die physiologische Breite im Nährsalzgehalte eines Organs schwankt nur in ganz geringen Grenzen, so daß wir mit Hilfe der gewöhnlichen chemischen Analyse nur selten imstande sind, die vorhandenen Unterschiede in ihrer ganzen Bedeutung zu erkennen.

Alle tierischen und pflanzlichen Gewebe enthalten ein Gemisch von mehreren Salzen, die mit den organischen Stoffen hochverwickelte chemische Verbindungen eingegangen sind. Wenn nun bisher schon die Analyse eines anorganischen Salzgemisches das Schmerzenskind der chemischen Wissenschaft war, um wieviel mehr die Erforschung eines mit organischer Masse verbundenen Salzgemisches. Es ist für den sorgfältigen Analytiker durchaus keine schwierige Aufgabe, genau festzustellen, wieviele Milligramme Natrium, Kalium, Calcium usw. in einer organischen Verbindung enthalten sind. Aber damit hat auch die exakte chemische Untersuchung in der Regel die Grenze ihres Könnens erreicht. Alles Weitere ist leere Vermutung. Wir können nicht mit Sicherheit feststellen, welche Verbindungen z. B. das Natrium in einem bestimmten Gemische ein-

114316

gegangen ist. Man hatte sich allerdings in der chemischen Wissenschaft daran gewöhnt, nach gewissen willkürlichen Regeln die einzelnen Bestandteile einer Aschenanalyse zu Gruppen von verschiedenen Salzen zusammenzulegen. Da kam nun 1887 Arrhenius[1]) mit seiner neuen Theorie der elektrolytischen Dissoziation und zeigte, daß in verdünnten Salzlösungen die gelösten Stoffe überhaupt nicht mehr in Form von Salzen enthalten sind. Diese Salze sind vielmehr zum größten Teile in ihre sogenannten Ionen gespalten, die mit positiver oder negativer Elektrizität geladen sind. Gleichzeitig mit Arrhenius veröffentlichte Van't Hoff[2]) seine Theorie des osmotischen Druckes. Diese beiden Theorien haben uns schon heute ganz neue Aufschlüsse über das eigentliche Wesen von Salzgemischen gegeben. Mit ihrer Hilfe werden vielleicht im Laufe der nächsten Jahrzehnte verbesserte Methoden ersonnen werden, die es uns ermöglichen, auch auf dem Wege des rein physiologischen Experimentes der Nährsalzfrage näher zu treten.

Nun gibt es aber noch einen anderen Weg zur Erforschung dieser schwierigen Frage, der heute schon gangbar ist: Im Gegensatze zu wildlebenden Tieren und zu vereinzelten Naturvölkern leben bekanntlich die Bewohner der zivilisierten Länder nur noch teilweise in den von der Natur angewiesenen, ursprünglichen Verhältnissen. Infolgedessen sind Entartungserscheinungen aufgetreten, die je nach den verschiedenen äußern Lebensbedingungen in sehr weiten Grenzen schwanken. Wenn sich nun durch gewissenhafte klinische Massenbeobachtung feststellen läßt, daß ein und dieselbe Entartungserscheinung immer und immer wieder besonders häufig in solchen Gegenden auftritt, in denen Mangel an einem bestimmten Nährsalze besteht, dann können wir daraus schließen, daß der Nährsalzmangel die Ursache jener Entartungserscheinung gewesen ist. Vergleicht man dann weiterhin auf Grund chemisch-physiologischer Massenuntersuchungen den Nährsalzgehalt der Nahrung in den verschiedenen Gegenden miteinander, so können wir auf diesem Wege des Handinhandarbeitens von klinischer Beobachtung und gleichlaufender physiologisch-chemischer Untersuchung zu solch sichern Ergebnissen kommen, wie sie uns der physiologische Versuch allein heute noch nicht liefern kann.

Unter den zum Aufbau des menschlichen Körpers erforderlichen Nährsalzen nehmen die Erdalkalien Kalk und Magnesia eine ganz hervorragende Stellung ein. Man findet in vielen ärztlichen und

[1]) Arrhenius, Zeitschrift für physikalische Chemie 1887.
[2]) Van't Hoff, Zeitschrift für physikalische Chemie 1887.

zahnärztlichen Kreisen die Meinung verbreitet, daß der menschliche Körper zu seinem Aufbau nur so viele Erdsalze nötig habe, als in den Knochen und Zähnen des erwachsenen Menschen enthalten sind. Dieser irrtümlichen Anschauung kann gar nicht gründlich genug entgegengetreten werden. Die Nährsalze unterliegen vielmehr, geradeso wie die Eiweißmoleküle, im Körper einem beständigen Stoffwechsel.

Schon in der anorganischen Chemie hat sich die eigentümliche Erscheinung gezeigt, daß gewisse chemische Reaktionen, die man öfters mit denselben Stoffen wiederholt, schließlich nicht mehr eintreten. Man spricht dann von einer „Müdigkeit der Moleküle". Es macht in der Tat ganz den Eindruck, als ob auch diese anorganischen Moleküle durch Überanstrengung müde werden können, so daß sie dann nicht mehr fähig sind, ihre regelrechten chemischen Umsetzungen in andere Atomgruppen auszuführen. Diese „Müdigkeit" der Moleküle bei anorganischen Körpern ist vielleicht ein Gegenbild zu dem Vorgange, den wir bei organischen Lebewesen als „Stoffwechsel" bezeichnen. Es handelt sich dabei um den fortlaufenden Ersatz von alten, verbrauchten durch neue, lebensfrische Moleküle. Ohne Stoffwechsel ist überhaupt kein organisches Leben denkbar. Man muß sich daher wundern, daß überhaupt die Ansicht hat entstehen können, die Nährsalze des menschlichen Körpers bedürften keines Stoffwechsels. Selbstverständlich ist in jugendlichen Geweben der Stoffwechsel bedeutend reger als in ältern Geweben, die sich ihrem Lebensabschlusse nähern, wie z. B. in den oberflächlichsten Zellen der Haut, der Nägel, der Hufe usw. Ein einziges Gewebe gibt es im menschlichen Körper, bei dem man vielleicht im Zweifel sein kann, ob überhaupt noch Stoffwechselvorgänge darin stattfinden. Und das ist gerade der für den Zahnarzt so wichtige Schmelz der Zähne. Der Schmelz hat mit dem Tage des Zahndurchbruches sein Ernährungsorgan verloren und ist dann ein nahezu lebloses Gewebe. Von den ihm in dieser Hinsicht nahestehenden Horn- und Oberhautbildungen unterscheidet sich der Schmelz nur dadurch, daß er nicht einer ständigen Abstoßung und Wiedererneuerung unterliegt. Die Oberhaut der Zähne wird vielmehr nur ein einzigesmal gebildet und muß dann für die ganze übrige Lebensdauer aushalten. Wenn im Schmelze des erwachsenen Menschen überhaupt noch Stoffwechselvorgänge vor sich gehen, dann können sie nur in sehr engen Grenzen auf osmotischem Wege durch Vermittlung des Zahnbeins stattfinden. Die lebenden Gewebe des Zahnbeins, des Zementes und der Knochen dagegen unterliegen einem um so regeren Stoffwechsel.

In der zahnärztlichen Literatur ist öfters die Frage aufgeworfen worden, ob die Erdsalze der Zähne und Knochen einfach mechanisch in die organische Grundsubstanz eingelagert seien, oder ob eine chemische Verbindung zwischen Kalk und leimgebender Substanz bestünde. Es zeugt von einem recht grob mechanischen Denken, daß man diese Frage überhaupt aufzuwerfen wagte. Die erstere Annahme würde gewissermaßen eine Symbiose zwischen lebenden und leblosen Stoffen voraussetzen. Ein solches inniges Zusammenwirken von lebendigen organischen mit leblosen toten Körpern ist für ein gesundes biologisches Denken von vornherein schwer vorstellbar. Wir sehen wohl, daß sich in die erkrankte Intima der Blutgefäße leblose, anorganische Kalksalze niederschlagen können. Aber hier handelt es sich eben um absterbende! Gewebe, deren endgültiger Untergang durch die Einlagerung der anorganischen Salze nur beschleunigt wird. Nur das Lebendige kann sich mit dem Lebenden zu einer organischen Einheit verbinden. In den gesunden Geweben der Zähne und Knochen haben wir aber solche organische Einheiten vor uns. Solange sie gesund entwickelt sind, müssen in diesen organischen Geweben auch die Erdsalze unbedingt in hochmolekularen organischen Verbindungen vorhanden sein. Die Kalkeiweißmoleküle der Zähne und Knochen sind keine anorganischen Körper, sondern sie leben und unterliegen dem Stoffwechsel genau ebenso wie die Eiweiß- und Fettmoleküle des Körpers. Munck[1]), Freund[2]) und Weiske[3]) haben nachgewiesen, daß im Verlaufe von Hungerversuchen bei Mensch und Tier im Harn und Kot recht erhebliche Mengen von Kalk und Magnesia ausgeschieden werden, die zum großen Teile aus den Knochen und Zähnen abgebaut sein müssen. Wenn also diese lebenswichtigen und anscheinend so wenig abänderlichen Hartgewebe selbst im Hungerzustande einem lebhaften Abbaue unterliegen, wie bedeutend muß dann ihr Stoffwechsel unter regelrechten Lebensverhältnissen sein!

Abgesehen von den Hartgeweben bedürfen nun aber auch noch zahlreiche andere Gewebe des menschlichen Körpers reichlicher Zufuhr von Kalk- und Magnesiasalzen. Bei der Gerinnung des Blutes

---

[1]) Munck, Beiträge zur Stoffwechsel- und Ernährungslehre, Pflügers Archiv Bd. 58.

[2]) Freund, Beiträge zum Stoffwechsel im Hungerzustande. Wiener Klinische Rundschau 1901.

[3]) Weiske, Über den Einfluß der Nahrungsentziehung auf das Gewicht uud die Zusammensetzung der Organe, insbesondere der Knochen und Zähne. Zeitschrift für physiologische Chemie 1896.

und bei der Fällung des Kaseins der Milch spielt die Anwesenheit neutraler löslicher Kalksalze ($CaCl_2$) eine große Rolle. Calciumkasein kann nur bei Anwesenheit löslicher Kalksalze durch das Labferment gefällt werden. Heidenhain hat in Hermanns Handbuch der Physiologie Bd. V zuerst darauf hingewiesen, daß der Kalk auch bei der Magensaftabsonderung eine Rolle spielt. Unter allen tierischen Geweben ist nur das elastische Gewebe nahezu kalkfrei. Gibt man nun einem Hunde das zerkleinerte elastische Gewebe vom Nackenbande des Rindes zur Nahrung, so wird nach dieser Nahrungsaufnahme kein Magensaft abgesondert. Die Absonderung stellt sich aber sofort ein und hält $1^1/_2$—4 Stunden an, wenn man dem Hunde gleichzeitig kalkhaltiges Wasser zum Saufen gibt.

Die Wurzel alles Lebens, das lebendige Blut, bedarf nach den Untersuchungen von Ringer[1]) in gesundem Zustande ziemlich erheblicher Mengen von Kalksalzen. Nach der Ausfällung seiner Kalksalze vermag z. B. Froschblutserum den Schlag des Froschherzens nicht mehr zu unterhalten, während das Herz im kalkhaltigen Serum noch stundenlang weiterschlägt. Bekanntlich schlägt das dem Körper entnommene Froschherz auch in 0,7% Kochsalzlösung noch eine Zeitlang weiter. Wartet man nun ab, bis das Herz nicht mehr schlägt und legt es dann in eine von Ringer angegebene Lösung, die außer dem Kochsalze noch kleine Mengen von Kalk und Kali enthält,

Wasser	100,000
NaCl	0,700
$CaCl_2$	0,026
KCl	0,030

dann beginnt das anscheinend tote Froschherz von neuem zu schlagen; und zwar begünstigt das Calciumsalz die Systole, das Kalisalz die Diastole des Herzens.

Nachdem Locke der Ringerschen Lösung etwas Traubenzucker zugesetzt und sie mit Sauerstoffgas gesättigt hatte, vermochte er auch das ausgeschnittene Herz von Säugetieren wieder zum regelmäßigen Schlagen zu bringen. Hédon und Fleig[2]) haben dann gezeigt, daß man mit Hilfe dieser Lockeschen Lösung die Erreg-

---

[1]) Ringer, Further observations regarding the antagonism between calcium salts and sodium, potassium and ammonium salts. Journal of Physiologie. Vol. 18. 1895.

[2]) Hédon und Fleig, Sur l'entretien de l'irritabilité de certains organes séparés du corps par immersion dans un liquide nutritif artificiel. Comptes rendus de la Société de Biologie de l'Académie des Sciences 1903.

barkeit aller Nerven und Muskeln eines getöteten Tieres bedeutend verlängern kann. Taucht man ausgeschnittene Darmschlingen kleiner Tiere in diese Lösung ein, dann beginnen ihre peristaltischen Bewegungen von neuem einzusetzen. Unabhängig von den französischen Forschern hat auch Magnus[1]) diese letztere Tatsache bestätigt.

Später haben sich Hédon und Fleig[2]) einer verbesserten Salzlösung bedient:

Wasser	1000,0
NaCl	6,0
KCl	0,3
$CaCl_2$	0,1
SO_4Mg	0,3
PO_4HNa_2	0,5
CO_3NaH	1,5
Traubenzucker	1,0

Sauerstoff bis zur Sättigung.

Mit ihrer Hilfe konnten sie noch 7 Tage nach dem Tode des Tieres an losgelösten Darmschlingen peristaltische Bewegungen auslösen. Vor allem aber brachten die französischen Forscher den Nachweis, daß die Anwesenheit von Calciumsalzen überhaupt unbedingt erforderlich ist, um peristaltische Bewegungen auszulösen. Wurde aus obiger Lösung das Calciumsalz weggelassen, dann hörten schon nach 15—30 Minuten die Darmbewegungen auf, und die Darmschlinge hing schlaff herab. Setzte man nun der Lösung Calciumsalz zu, dann begann die peristaltische Bewegung sofort wieder lebhaft einzusetzen. Ob der Kalk als Chlorcalcium oder in Form einer andern Verbindung zugesetzt wurde, das blieb sich völlig gleich; „c'est évidemment l'ion Ca, qui agit." Schon ganz geringe Kalkmengen üben einen gewissen Reiz aus. Der günstigste Kalkgehalt beträgt 0,05—0,1 Gramm im Liter. Steigert man den Kalkgehalt der Flüssigkeit, dann werden die Darmbewegungen immer krampfhafter, bis schließlich bei einem Chlorcalciumgehalte von 1,0 Gramm im Liter jede Bewegung aufhört. Das Darmstück erscheint dann stark verkürzt und völlig starr „comme fixé dans un état de tétanisation tout à fait comparable à l'arrêt en systole, que produisent sur le coeur ces mêmes sels à dose convenable",

---

[1]) Magnus, Versuche am überlebenden Dünndarm von Säugetieren. Archiv f. d. ges. Physiologie 1904.

[2]) Hédon und Fleig, Action des sérums artificiels et du sérum sanguin sur le fonctionnement des organes isolés des mammifères. Archives internationales de Physiologie 1905—1906.

Ebenso wie der Kalk, so übt auch das kohlensaure Natron eine starke Reizwirkung auf den Darm aus. Läßt man dieses Salz aus obiger Lösung weg, dann hören die peristaltischen Bewegungen ebenfalls nach kurzer Zeit auf. Die übrigen Salze dagegen sind von geringerer Wichtigkeit: sie scheinen weniger als Reizmittel denn als Nährstoffe zu dienen. Dabei besteht ein Gegensatz zwischen Kalk und Kali, indem Kalisalze die Reizwirkung der Kalksalze abschwächen.

In gleicher Weise wie auf den Dünndarm wirken die Kalksalze auch auf Dickdarm, Mastdarm, Uterus gravidus, Ureter, Oesophagus und aufs Herz. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Einwirkung der Kalk- und Natronsalze auf den Ureter. Die gleichen Natronmengen, die als Reizmittel für die Darmperistaltik unentbehrlich sind, führen gerade umgekehrt eine Untätigkeit des Ureters herbei. Dagegen ist die Anwesenheit von Kalksalzen für die Tätigkeit des Ureters ebenso unentbehrlich wie für die Darmbewegung. Das verschiedene Verhalten des kohlensauren Natrons läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß dieses Salz den Urin zu stark alkalisch macht, während gerade die saure Beschaffenheit des Urins ein weiteres Reizmittel für die Tätigkeit des Ureters zu sein scheint.

Die Beobachtungen von Hédon und Fleig bringen zum erstenmale einen geradezu schlagenden Beweis dafür, daß es in erster Hinsicht ihr Kalkgehalt ist, der die sogenannten alkalisch-erdigen Mineralwässer oder Erdsalzquellen zu spezifischen Heilmitteln bei Nieren- und Blasenleiden macht. Die Tatsachen des physiologischen Experiments stimmen aufs vollkommenste mit den praktischen Erfahrungen der Badeärzte überein. In Wildungen z. B. benützt man von den beiden fürstlichen Quellen für Blasen- und Nierenleidende nicht die wohlschmeckende, natronreiche Helenenquelle, sondern die natronarme Georg-Viktor-Quelle, obgleich sie wegen ihres hohen Eisengehaltes mancherlei Nachteile bietet.

Seit mehreren Jahrhunderten werden alkalisch-erdige Mineralwässer mit gleichbleibendem Erfolge bei Harnleidenden angewendet, und Skultetus hat bereits im Jahre 1665 dem Kalke eine harnvermehrende Wirkung zugeschrieben. Diese richtige Erkenntnis ging aber leider wieder verloren. Nachdem Quincke[1]) behauptet hatte, daß alle kohlensäurehaltigen Getränke eine gewisse Harnvermehrung herbeiführen, schrieb man die harnvermehrende Wirkung der Wildunger Quellen allein ihrem Kohlensäuregehalte zu, und Leichten-

[1]) Quincke, Über die Wirkung kohlensäurehaltiger Getränke. Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 1877.

stern[1]) ging so weit, daß er die Bezeichnung „erdige Quelle“ als „Armutstitel“ bezeichnete. Erst Ernst Lehmann[2]) hat den Weg zur Wahrheit zurückgefunden. Er stellte fest, daß nach Einnahme von 5 Gramm kohlensaurem Kalk in Form von Kreide bei den Versuchspersonen eine beträchtliche Harnvermehrung stattfand. Gleichzeitig wurde der Stuhlgang befördert, während man bis dahin irrigerweise dem Kalke eine verstopfende Wirkung zugeschrieben hatte. Das kam wohl daher, weil die allbekannte Georg-Viktor-Quelle in Wildungen wegen ihres zu hohen Eisengehaltes verstopfend wirkt. Und diese nachteilige Eisen-Wirkung hatte man irrtümlicherweise dem Kalke zur Last gelegt. E. Lehmann stellte ferner fest, daß nach dem Einnehmen von kohlensaurem Kalke weniger Phosphorsäure und Natron ausgeschieden wird. Dabei blieb die Reaktion des Harns stets sauer; vorher vorhandene Sedimente von harnsauren Salzen verschwanden. Daraus zieht E. Lehmann den Schluß, daß durch die Einnahme von Kalk eine Ersparnis von Natron im Körperhaushalte erzielt wird. Ohne die Arbeiten E. Lehmanns zu kennen, bin ich[3]) auf Grund ganz andersartiger Forschungen zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Die harnsäurelösende Wirkung des kohlensauren Kalkes ist mit aller Sicherheit festgestellt worden durch die Arbeiten von L. Lehmann,[4]) Posner[5]) und von Noorden[6]).

Auf die verschiedenen Untersuchungen über Aufsaugung und Ausscheidung der Kalksalze im menschlichen Körper will ich an dieser Stelle nicht näher eingehen, Am interessantesten sind die Versuche von Rey[7]), der bei hungernden Hunden den Nachweis

---

[1]) Leichtenstern, Balneotherapie in Ziemßens Handbuch der allgemeinen Therapie.

[2]) Ernst Lehmann, a) Zur Wirkung des kohlensauren Kalks und der kohlensauren Magnesia. Berliner Klinische Wochenschrift, 1882 Nr. 21.

b) Zur Wirkung des kohlensauren Kalks. Berliner Klinische Wochenschrift, 1894 Nr. 23.

[3]) Röse, Zahnverderbnis und Speichelbeschaffenheit. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1905.

[4]) L. Lehmann, Erden- (erdige Brunnen) und Harnlöslichkeit. Deutsche Medizin. Wochenschrift, 1889 Nr. 29.

[5]) Posner, Zur Therapie des Harnsäureüberschusses. Berliner Klinische Wochenschrift, 1890 Nr. 27.

[6]) v. Noorden-Strauß, Zur Behandlung der harnsauren Nierenkonkremente. 14. Kongreß f. innere Medizin. Wiesbaden 1896.

[7]) Rey, Über die Ausscheidung und Resorption des Kalkes. Archiv für experimentelle Pathol. und Pharmakol. 1895.

führte, daß der im Blute kreisende Kalküberschuß größtenteils nicht durch die Nieren, sondern durch die Dickdarm-Schleimhaut wieder ausgeschieden wird.

Wir sehen also, daß erst im Laufe des letzten Jahrzehntes einige erfreuliche Anfänge gemacht worden sind, um der Erdsalzfrage auf dem Wege des physiologischen Experimentes näherzutreten. Als ich selbst im Jahre 1893 mit meinen Forschungen über die Pathologie der Kalkarmut begann, da war von den erwähnten Untersuchungen so gut wie nichts bekannt.

Meine ersten beiden Arbeiten über diese Frage[1]) haben in Ärztekreisen fast gar keine Beachtung gefunden; in zahnärztlichen Kreisen stießen sie anfangs sogar teilweise auf Widerspruch. Durch diese mangelhafte Beachtung, die neuen Pfadfindern gar häufig zuteil wird, habe ich mich aber von der weitern Verfolgung der wichtigen Erdsalzfrage nicht abschrecken lassen. Die bisherige Gleichgültigkeit der Ärztewelt ist ja nur allzusehr begreiflich. Ein eigenartiges Mißgeschick hat es gewollt, daß man die Pathologie der Kalkarmut zuerst gerade bei ihrem schwierigsten Abschnitte, bei der Rhachitis, hat studieren wollen. Weil man hier keine rasche, klare Lösung fand, so hat die Ärztewelt in ihrer überwiegenden Mehrheit die ganze Erdsalzfrage als anscheinend bedeutungslos beiseite geschoben. Es kommt hinzu, daß die klinischen Folgeerscheinungen der kalkarmen Ernährung nur dann deutlich zutage treten, wenn der Arzt in der Lage ist, kalkreiche und kalkarme Gebiete unmittelbar mit einander vergleichen zu können. Ein Zufall wollte es, daß ich selbst aus einer der erdsalzreichsten Gegenden Deutschlands, aus Mittelthüringen gebürtig bin, und daß ich in meinem frühern Wohnorte, in dem kalkarmen Freiburg i/B., den geraden Gegensatz zu den Verhältnissen meiner Heimat vorfand. Durch einen ähnlichen Zufall ist, ganz unabhängig von mir, ein hervorragender Arzt, Dr. med. Hagen in Nordhausen auf die klinischen Folgeerscheinungen kalkarmer Ernährung aufmerksam gemacht worden. In der Stadt Nordhausen gab es früher sehr harte Brunnenwässer. Vor etwa 25 Jahren hat man dann eine Leitung gebaut, die sehr weiches Wasser aus dem Harze herbeiführt. Und somit war auch Herr Dr. med. Hagen in der Lage, im Laufe seiner langjährigen Praxis die klinischen Folgeerscheinungen der Kalkarmut unmittelbar beobachten zu können.

[1]) Röse, Über die Zahnverderbnis in den Volksschulen. Österr.-Ung. Vierteljahrschrift f. Zahnheilkunde 1894.

Röse, Über die Zahnverderbnis bei den Musterungspflichtigen in Bayern. Österr.-Ung. Vierteljahrschrift f. Zahnheilkunde 1896.

Auch verschiedene Zahnärzte, die zufällig an der Grenze von kalkarmen und kalkreichen Landstrichen wohnen, haben sich nachträglich von der Richtigkeit meiner Beobachtungen überzeugt, so z. B. Professor Michel in Würzburg, Dr. med. Kersting in Aachen, Dr. med. Bartels in Freiburg i/B., Dr. Elof Förberg in Stockholm.

Von den beiden Erdalkalien spielt der Kalk für die menschliche Gesundheit weitaus die wichtigere Rolle; doch ist auch der Magnesiagehalt der Nahrung nicht ganz ohne Bedeutung. Magnesiamangel kommt jedoch viel seltener vor als Kalkmangel. Wenn ich in meiner Arbeit von „Erdsalzarmut" rede, so handelt es sich dabei in erster Linie um „Kalkarmut" der Nahrung.

2. Erdsalzarmut und Zahnverderbnis.

Es ist leicht erklärlich, daß ich zuerst in meinem zahnärztlichen Sonderberufe auf die Folgeerscheinungen der Erdsalzarmut aufmerksam gemacht worden bin. Da sich nun überdies gerade am menschlichen Gebisse die Folgen des Kalkmangels besonders deutlich beobachten lassen, so konnte es nicht ausbleiben, daß dieser Abschnitt der vorliegenden Arbeit besonders umfangreich geworden ist.

Schon bald nach meiner seinerzeitigen Übersiedelung nach der süddeutschen Universität Freiburg i. B. im Jahre 1890 fiel es mir auf, daß dort die Zahnverderbnis außerordentlich zahlreiche Opfer forderte. Weder in meiner Thüringer Heimat, noch in meinem frühern ärztlichen Wirkungskreise in Rheinhessen (Bechtheim) hatte ich so viele kranke Zähne beobachtet. Um den Ursachen dieser auffälligen Erscheinung nachzugehen, habe ich zunächst in den Schulen der Stadt Freiburg statistische Zahnuntersuchungen vorgenommen. Bei den Erhebungen in der dortigen Gewerbeschule trat nun die auffällige Erscheinung zutage, daß die 14—18 Jahre alten Lehrlinge gegenüber den jüngern Volksschülern von Freiburg im Durchschnitte ganz erheblich viel bessere Zähne hatten. Während bei den Freiburger Kindern die Zähne größtenteils schmutzig-weiß, grau oder gar graublau gefärbt waren, überwogen bei den Lehrlingen die blendend weißgelben und hellgelben Zahnfarben. Gerade die bestbezahnten Lehrlinge waren von auswärts zugezogen. Herr Lehrer Schott, mit dem ich über diese auffällige Erscheinung sprach, machte mich nun darauf aufmerksam, daß es auch in seiner kalkarmen Heimat Furtwangen im Schwarzwalde sehr schlechte Zähne gäbe, während die Bewohner der angrenzenden kalkreichen Landstrecken in Württemberg wegen ihrer guten Zähne bekannt seien. Bei sorgfältiger Nachforschung stellte es sich heraus, daß auch unter den Lehrlingen der Freiburger Gewerbeschule gerade

die bestbezahnten fast ausschließlich aus Gegenden mit kalkreichem Boden stammten. Daraufhin habe ich mich entschlossen, meine statistischen Zahnuntersuchungen auch auf die Umgegend von Freiburg auszudehnen, um festzustellen, ob tatsächlich durchgreifende Unterschiede zwischen kalkarmen und kalkreichen Gegenden vorhanden seien.

Die geologischen Verhältnisse in der Gegend von Freiburg i. B. liegen für die Entscheidung der vorliegenden Frage außerordentlich günstig. Der Kern des Schwarzwaldes östlich von der Stadt besteht durchweg aus kalkfreiem Gneis. Unmittelbar westlich von Freiburg verläuft aber die große oberrheinische Verwerfungsspalte in der Richtung von Nord nach Süd. An den Abhängen des Schwarzwaldes und in der angrenzenden Rheinebene stoßen daher Trias und Jurakalke im Vereine mit kalkhaltigen Diluvialablagerungen unmittelbar an den Gneis an. Die scharfe geologische Abgrenzung wird durch Religionsunterschiede ergänzt. Die Bewohner des kalkarmen Schwarzwaldes sind fast durchweg katholisch, die Bewohner der kalkreichen Gebiete größtenteils evangelisch. Durch diesen Umstand wird die sonst unausbleibliche Vermischung der beiderseitigen Bevölkerung ganz wesentlich gehemmt.

Unter diesen günstigen Umständen mußten selbstverständlich etwaige Einflüsse des Kalkbodens ziemlich unvermischt zur Geltung kommen. Und in der Tat brachte schon die Untersuchung der ersten beiden Dörfer ganz schlagende Ergebnisse. Das kalkarme Günterstal liegt von dem kalkreichen Uffhausen in Luftlinie nur etwa 3 Kilometer entfernt; und dabei gab es in Günterstal nur 2%, in Uffhausen dagegen 12% Kinder mit völlig gesunden Gebissen! Noch wesentlich größer war der Unterschied zwischen den beiden größern Ortschaften Waldkirch und Ihringen.

Es tauchte nun die Frage auf, ob vielleicht auch Unterschiede zwischen kalkhaltigen Dörfern mit verschieden hohem Kalkgehalte des Trinkwassers bestünden. Da ist mir leider im Jahre 1894 ein Irrtum unterlaufen, der für den weitern Ausbau der Erdsalztheorie beinahe verhängnisvoll geworden wäre. Ein befreundeter junger Chemiker hatte die Liebenswürdigkeit, mich in die Technik der Härtebestimmung des Trinkwassers nach der Seifentitriermethode von Boutron und Boudet einzuweihen. Leider hatte er nicht beachtet, daß härtere Wässer von mehr als 16,8 Grad deutscher Härte teils zur Hälfte, teils zu $^3/_4$, ja bei ganz harten Wässern sogar zu $^7/_8$ mit destilliertem Wasser verdünnt werden müssen; sonst entstehen große Fehlerquellen. Ich selbst wurde schon 1894 gelegentlich meiner Untersuchungen in Thüringen von einem dortigen

Apotheker auf diese Fehlerquelle aufmerksam gemacht, habe aber merkwürdigerweise niemals daran gedacht, die Härtebestimmung des Ihringer Trinkwassers anzuzweifeln. Da nun dieses Dorf bei der angeblich geringen Trinkwasserhärte von 11,7°—12,8° dennoch so ausgezeichnete Zähne aufwies, so habe ich weder 1894[1]) noch bei den Rekrutenuntersuchungen in Bayern 1896[2]) überhaupt nur den Versuch gewagt, auch in Gegenden mit mittelweichen Trinkwässern Erhebungen anzustellen. Es kam hinzu, daß ich irrtümlicherweise der Ansicht war, für den guten Bau der Zähne käme ausschließlich der Kalkgehalt der Bodenfrüchte in Betracht. Aus den bis dahin vorliegenden Aschenanalysen glaubte ich aber den weitern Schluß ziehen zu dürfen, daß der Kalkgehalt der Bodenfrüchte in kalkarmen und kalkreichen Gegenden sehr großen Schwankungen unterläge. Infolgedessen ging mein Streben selbst noch beim Beginne der neuern Untersuchungen im Jahre 1891 dahin, möglichst nur solche geologische Kontrastgegenden ausfindig zu machen, die einerseits anstehendes Kalkgestein, andererseits kalkarmes Gestein enthielten. In solchen Gegenden wählte ich mir dann nach der geologischen Karte die zu untersuchenden Ortschaften aus. Die Härtebestimmung der Trinkwässer wurde in der Regel erst **nach** Beendigung der Zahnuntersuchung vorgenommen. Da kam es nun glücklicherweise gar nicht selten vor, daß die Wasserhärte eine ganz andere war, als ich nach dem Studium der geologischen Karte hatte annehmen müssen. Vor allen Dingen zeigte es sich bald, daß gerade die Gegenden mit anstehendem Kalkgesteine durchaus nicht etwa besonders harte Trinkwässer haben. In den Spalten und Klüften der Kalkfelsen sickert nämlich das Regenwasser rasch hindurch und ist darum gar nicht imstande, große Mengen von Kalk aufzulösen. Da nun die Güte der Zähne ganz unabhängig von der Beschaffenheit des Bodens immer wieder mit der Trinkwasserhärte übereinstimmte, so befestigte sich bei mir mehr und mehr die Überzeugung, daß in erster Linie der Erdsalzgehalt der Trinkwässer für die verschiedene Güte der Zähne verantwortlich zu machen sei und erst in zweiter Linie der Kalkgehalt der Bodenfrüchte. Es stellte sich weiterhin heraus, daß es nicht nur auf die Gesamthärte der Trinkwässer ankommt, sondern daß auch ihre bleibende Härte eine große Rolle spielt. In zahlreichen Fällen habe ich daher außer der Gesamthärte auch noch

---

[1]) Röse, Über die Zahnverderbnis in den Volksschulen. Österr.-Ung. Vierteljahrschrift f. Zahnheilkunde 1894.

[2]) Röse, Über die Zahnverderbnis bei den Musterungspflichtigen in Bayern. Österr.-Ung. Vierteljahrsschrift f. Zahnheilkunde 1896.

die bleibende Härte der Wässer bestimmt. Es zeigte sich, daß gerade in den Gegenden mit anstehendem Kalkgesteine die bleibende Härte häufig eine sehr geringe ist. Im Muschelkalkgebiete Thüringens hatte z. B. ein Quellbrunnen 31,4° Gesamthärte, dagegen nur 1,1° bleibende Härte. Auch die Brunnenwässer des Weißen Jura in Württemberg, des Triaskalkes in den Bayrischen und Österreichischen Alpen, der miocänen Molasse in der Nordostschweiz, des Silurkalkes in Gotland, sie alle haben sehr geringe bleibende Härte, da sie fast nur kohlensauren Kalk enthalten, der an die halbfreie Kohlensäure gebunden ist und beim Kochen ausfällt. Das gekochte Wasser in diesen ausgesprochenen Kalkgegenden ist also ebenso ausgesprochen kalkarm. Nun genießt aber doch der Kulturmensch weitaus das meiste Wasser in gekochtem Zustande, als Kaffee, Tee, Schokolade, Suppe, Bier usw. In solchen Orten wie z. B. in der schweizerischen Stadt Frauenfeld, wo die Gesamthärte der Wasserleitung zwar 20,2°, die bleibende Härte dagegen nur 1,7° deutscher Härte beträgt, leidet also die Bevölkerung geradezu Kalkmangel, obgleich die Stadt mitten im miocänen Molassekalke gelegen ist.

Bei den chemischen Untersuchungen der Bodenproben hat es sich herausgestellt, daß der Kalkgehalt der Ackerkrume in vielen Fällen weder mit der Härte des Trinkwassers noch mit der Beschaffenheit des unterliegenden Gesteins übereinstimmt. Das anstehende Gestein unserer Kalkgebirge enthält in der Regel außer kohlensaurem Kalke nur noch Tonerde in größerer Menge. Wenn im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende der Kalk an der Oberfläche allmählich ausgelaugt worden ist, dann bleibt schließlich nur noch die reine Tonerde zurück, und wir haben unmittelbar über dem Kalkfelsen aufgelagert eine recht kalkarme Ackerkrume. Am kalkhaltigsten ist in der Regel die Ackerkrume der fruchtbaren Lehm- und Lössböden. Doch kann es auch bei ihnen vorkommen, daß in den obern Erdschichten der ursprünglich vorhanden gewesene Kalk völlig ausgelaugt worden ist, während in der Tiefe noch reichliche Mengen davon vorhanden sind. In solchen Fällen finden wir harte Brunnenwässer verbunden mit kalkarmer Ackerkrume. Die Güte der Zähne richtet sich dann stets nach der Härte des Trinkwassers und nicht nach dem Kalkgehalt des Bodens.

Nur selten haben alle Trinkwässer eines Ortes genau die gleiche Härte. Es kommen vielmehr häufig genug ganz erhebliche Schwankungen vor. So schwankte z. B. in dem Städtchen Wronke in Posen die Wasserhärte zwischen 6,2° bis 67,2°. In dem kleinen sächsischen Dorfe Hintergersdorf hat ein aus Kreidesandstein entspringender

Quellbrunnen nur 1,4°, ein anderer, im Lehmboden gegrabener Brunnen dagegen 21,3°. In solchen Fällen habe ich in der Regel mindestens drei von den meistbenützten Brunnen untersucht und danach die Durchschnittshärte berechnet.

Wenn in zwei Orten mit gleich großer Durchschnittshärte in einem Falle nahezu alle Trinkwässer gleich hart waren, während sie im anderen Orte große Schwankungen aufwiesen, so konnte ich im ersten Falle in der Regel wesentlich bessere Zähne nachweisen.

In Orten mit gemischten Wasserverhältnissen bevorzugen nämlich die Bewohner häufig die weichern Brunnenwässer, weil sich darin die Gemüse und Hülsenfrüchte rascher weich kochen lassen. In den Gegenden Thüringens, wo die außerordentlich harten Gipswässer zu Hause sind, nennt man solche vereinzelt vorkommenden Brunnen mit weicherem Wasser „Siedebrunnen“ oder „Kochbrunnen“. Sind derartige Brunnen nicht vorhanden, dann wird mitunter sogar mit Regenwasser gekocht. Allgemein üblich ist dieses Verfahren in der Marschgegend von Ostfriesland und auf den Kalkplateaus des schwäbischen Jura, des nordfranzösischen Kreidegebietes usw. In den unter dem Meerespiegel gelegenen Marschgegenden ist das Grundwasser in der Regel sehr hart, enthält aber so große Mengen von Chloridverbindungen der Erdsalze, daß sein Geschmack nicht gerade als angenehm bezeichnet werden kann. Infolgedessen sammeln die Marschbewohner das Regenwasser in Zisternen und verwenden es vor allen Dingen zur Zubereitung des in großen Mengen genossenen Teegetränkes[1]). Wird solches Zisternenwasser ausschließlich genossen, dann müssen selbstverständlich bei den Marschbewohnern schlechtere Zähne vorhanden sein als bei den benachbarten Geestbewohnern. In den von mir untersuchten ostfriesischen Marschgegenden wurde jedoch teilweise auch das harte Grundwasser benutzt. Außerdem genießen die dortigen Bewohner in reichlichen Mengen Milch. Die Kuhmilch hat aber einen so hohen Kalkgehalt, daß sie ungefähr einem Wasser von 180°—190° deutscher Härte entsprechen würde. Reichlicher Genuß von Milch kann darum in

[1]) Es läßt sich leider nicht leugnen, daß der mit weichem Wasser zubereitete Tee einen feinern Geschmack hat. Dagegen schmeckt umgekehrt der Kaffee wesentlich besser, wenn man ihn mit hartem Wasser kocht. So ist z. B. in der Umgegend von Nordhausen der im benachbarten Dorfe Steigertal mit hartem Gipswasser zubereitete Kaffee wegen seines Wohlgeschmacks geradezu berühmt. In der Stadt selbst heißt einer der noch übrig gebliebenen härtern Pumpbrunnen aus früherer Zeit geradezu der „Kaffeebrunnen“. Sein Wasser wird von den Bewohnern des benachbarten Stadtviertels ausschließlich zum Kaffeekochen benutzt.

kalkarmen Gegenden den Erdsalzmangel im Trinkwasser zum Teile wieder ausgleichen.

Auf den oben erwähnten Kalkplateaus von Deutschland und Frankreich sinkt das Niederschlagswasser in dem zerklüfteten Felsgesteine so rasch in die Tiefe, daß es nicht in Brunnen gesammelt werden kann. Die Bewohner dieser Kalkgebirge sind daher, falls sie keine Wasserleitungen haben, ebenfalls auf Zisternenwasser angewiesen und leiden an ausgesprochenem Kalkmangel, obgleich sie rings von Kalkgestein umgeben sind.

Auch das gegenseitige Mengenverhältnis der beiden Erdsalze im Wasser und ihre wechselnden chemischen Verbindungen vermögen einen wesentlichen Einfluß auf den menschlichen Körper auszuüben. Schon in einer meiner früheren Arbeiten habe ich darauf hingewiesen, daß die bestgebauten Zähne am häufigsten in solchen Gegenden vorkommen, deren Wasser außer Calcium auch reichliche Mengen von Magnesium enthält. Diese Beobachtung hat sich bei meinen neuern Untersuchungen immer wieder bestätigt. Ich habe von zahlreichen Brunnenwässern aus verschiedenen Gegenden volle Aschenanalysen anfertigen lassen, und da zeigte es sich, daß in den Gegenden mit den bestgebauten Zähnen das Verhältnis vom Magnesium zum Calcium des Trinkwassers sich etwa wie 1 : 4 verhielt.

Nach der Theorie von Arrhenius müssen wir annehmen, daß die Erdsalze im Trinkwasser größtenteils in Form von freien Calcium- und Magnesium-Ionen enthalten sind. Immerhin ist es nicht gleichgültig, durch welche Säure-Ionen die Erdsalz-Ionen im Gleichgewichte gehalten werden. Bei der Härtebestimmung eines Trinkwassers unterscheidet man, wie bereits erwähnt, Gesamthärte und bleibende Härte. Beim Kochen wird der an Kohlensäure gebundene Teil der Erdsalze als vorübergehende Härte ausgeschieden. Im gekochten Wasser bleiben die wasserlöslichen schwefelsauren oder salpetersauren Erdsalzverbindungen als bleibende Härte zurück. Chloridverbindungen der Erdalkalien kommen in den Brunnenwässern viel seltener vor, phosphorsaure Verbindungen sind bisher nur in ganz vereinzelten Fällen und nur in kleinsten Mengen nachgewiesen worden. Ein Untersucher, der mit dem Wesen der Trinkwässer genügend vertraut ist, kann in der Regel schon am Geschmacke des Wassers erkennen, welche Verbindungen darin vorherrschen. Gipswässer haben einen etwas kratzenden Geschmack, salpetersaure Wässer schmecken eigentümlich süßlich, am angenehmsten ist der Geschmack der vorwiegend kohlensauren Trinkwässer.

Gegen salpetersaure Wässer herrscht in der ärztlichen und chemischen Wissenschaft ein gewisses Vorurteil, das in den meisten

Fällen nicht gerechtfertigt ist. Solange die Salpetersäure vollständig von den vorhandenen Erdalkalien gebunden werden kann, läßt sich vom gesundheitlichen Standpunkte gegen die Benützung salpetersaurer Trinkwässer nichts einwenden. Gesundheitsschädlich werden die Wässer erst dann, wenn die Salpetersäure im Überschusse, oder wenn gar salpetrige Säure im Wasser enthalten ist. Am häufigsten trifft man salpeterhaltige Wässer in fruchtbaren Löss- und Lehmgegenden, deren Untergrund aus undurchlässigem Ton oder Felsgestein besteht. Im Laufe von Jahrtausenden ist der ursprünglich vorhandene kohlensaure Kalk der obern Bodenschichten durch vermodernde Pflanzenüberreste in leicht wasserlöslichen salpetersauren Kalk umgewandelt und in die Tiefe fortgeführt worden. Dort, über den undurchlässigen Bodenschichten hat er sich in großen Mengen angesammelt und geht von da in die Brunnen über. Mitunter kommt es vor, daß die undurchlässige Bodenunterlage eine Mulde bildet, aus der das Grundwasser nicht regelrecht abfließen kann. Ist nun zufälligerweise ein Brunnen bis an die tiefste Stelle einer solchen Untergrundmulde hineingetrieben worden, dann liefert er ein sehr hartes Wasser, während in nächster Nähe davon Brunnen mit viel weichern Wässern vorkommen können. Ein solcher Fall findet sich z. B. in dem sächsischen Dorfe Weistropp, dessen fruchtbarer Lössboden auf Syenitfelsen auflagert. Dort haben zwei Brunnen die bedeutende Härte von 50,4°—53,8°. Drei Häuser davon entfernt aber ist auf dem gleichen Lössboden ein Brunnen, der nur 17,0 Härtegrade enthält.

Da die harten, salpetersauren Trinkwässer in der Regel auch ausreichende Mengen von Magnesia enthalten, so finden sich in ihrem Gefolge fast überall auch vorzügliche gelbe und weißgelbe Gebisse vor. Im Gegensatze dazu sind die Zähne in Gegenden mit reinen Gipswässern mitunter weniger gut entwickelt. Vor allem haben sie seltener jene charakteristische schöne hellgelbe oder weißgelbe Zahnfarbe aufzuweisen, zeigen vielmehr ab und zu sogar einen Stich ins Graue. Sie gleichen gewissermaßen der Farbe des anstehenden Gipsgesteins. Gerade bei den Untersuchungen in meiner Thüringer Heimat ließen sich solche Unterschiede deutlich nachweisen. In der Unterherrschaft des Fürstentums Schwarzburg-Sondershausen überwiegen unter den harten Wässern die stark magnesiahaltigen, die zugleich große Mengen von kohlensaurem Kalke enthalten. In dem angrenzenden preußischen Kreise Hohnstein dagegen herrschen reine Gipswässer vor. Die Rassenverhältnisse und Lebensverhältnisse weisen keine nennenswerten Unterschiede auf. Die durchschnittliche Gesamthärte in beiden Gebieten ist nahezu die gleiche: die bleibende Härte in Hohnstein erreicht die

doppelte Höhe wie in Schwarzburg. Und trotzdem sind die Zähne der Musterungspflichtigen in Hohnstein schlechter als in Schwarzburg.

Vergleich der Zahnverhältnisse bei den Musterungspflichtigen von zwei benachbarten Aushebungsbezirken Nordthüringens mit gleicher Gesamthärte, aber verschiedener Zusammensetzung der Erdsalze in den Trinkwässern.

Tabelle 1.

	Anzahl der untersuchten Musterungspflichtigen	Durchschnittl. Gesamthärte des Musterungsgebietes	Durchschnittl. Bleibende Härte des Musterungsgebietes	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittl. Prozentsatz der erkrankten Zähne	Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse
Kreis Hohnstein	652	32,8 °	21,3 °	**7,2**	**24,2 %**	**6,6 %**
Unterherrschaft von Schwarzburg-Sondershausen	402	34,0 „	11,4 „	**5,1**	**17,2 „**	**10,2 „**

Man beachte: Die reinen Gipswässer wirken weniger günstig auf die Entwicklung der Zähne ein als die Trinkwässer, die ein Gemisch von verschiedenen Kalk- und Magnesiaverbindungen enthalten.

Noch deutlicher treten die Unterschiede bei der Untersuchung von Schulkindern zutage. In der Gegend von Nordhausen zieht sich am Fuße des Harzes ein ziemlich breiter Streifen von Gipsbergen entlang. Mitten darin liegen einige Dörfer mit seßhafter Bevölkerung eingebettet. Dort hatte ich ganz besonders gute Zähne vermutet, wurde jedoch in meinen Erwartungen getäuscht. In dem Dorfe Steigerthal gab es trotz der außerordentlich harten Gipswässer nur mittelgute Zähne mit mittelguten Zahnfarben. Nun findet sich allerdings 12 Minuten vom Dorfe entfernt mitten im Walde ein Siedebrunnen mit nur 23,5 Härtegraden, von dem die Steigerthaler teilweise ihr Kochwasser beziehen. Kaffee und Kartoffeln werden jedoch ausschließlich mit hartem Gipswasser gekocht. Auch zum Trinken dienen beinahe ausschließlich diese harten Brunnenwässer. Nach Schätzung des dortigen Lehrers gebrauchen die Steigerthaler für ihren körperlichen Bedarf etwa 8 mal mehr Gipswasser als weicheres Kochwasser. Aus den Analysen der Steigerthaler Wässer geht nun hervor, daß die dortigen Gipsbrunnen ziemlich arm an Magnesia sind ($MgO : CaO = 1 : 11$ bis 12). Gleichzeitig sind sie freilich auch ausnehmend reich an Kali, und ich habe bereits in einer frühern Arbeit[1]) darauf hingewiesen, daß wahrscheinlich der Überschuß an Kalisalzen den günstigen Einfluß der Kalksalze im Gipswasser wieder

[1]) Röse, Zahnverderbnis und Speichelbeschaffenheit. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1905.

zunichte macht. Diese Vermutung ist inzwischen durch die Arbeit von Hédon und Fleig bestätigt worden. Diese Forscher bezeichnen **die Kalisalze geradezu als Antagonisten der Kalksalze.** Möglicherweise sind auch in vielen andern Brunnen der im Kaligebiete liegenden Grafschaft Hohnstein reichliche Mengen von Kali vorhanden. Sollte das der Fall sein, dann würden die etwas schlechtern Zähne dieser Gegend (Tabelle 1) nicht nur auf Magnesiamangel, sondern auch auf Kaliüberschuß beruhen.

Ein gewisser Prozentsatz von schwefelsaurem Kalke in den Brunnenwässern ist durchaus erforderlich, da er im Vereine mit

Tabelle 2. **Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des** nach den von Dr. med. C. Röse im Jahre *1894*

Ortschaft	Durchschnittshärte der untersuchten Trinkwässer in deutschen Härtegraden	
	1. Bleibende Härte	2. Gesamthärte
1. 10 Ortschaften aus kalkarmer Gegend mit einer durch-		
Durchschnitt:	**1,7** °	**2,1** °
2. Ortschaften aus kalkreicher Gegend mit einer durchschnitt-		
Jechaburg	2,8 °	13,4 °
Plaue	5,3 „	11,8 „
Groß-Brüchter	6,1 „	26,1 „
Holzthaleben	7,5 „	28,4 „
Feldengel	7,5 „	32,8 „
Westerengel	7,8 „	29,9 „
Schernberg	8,2 „	37,0 „
Rohnstedt	9,2 „	40,3 „
Sondershausen { Volksschüler u. 6–14jähr. Realschüler	9,5 „	19,6 „
Holzengel	9,8 „	34,3 „
Durchschnitt:	**7,4** °	**27,2** °
3. Ortschaften aus kalkreicher Gegend mit einer durchschnitt-		
Kirchengel	10,8 °	35,1 °
Oberspier	11,5 „	26,9 „
Groß-Keula	13,8 „	37,3 „
Greussen	17,9 „	46,2 „
Durchschnitt:	**13,5** °	**36,4** °
4. Ortschaften aus kalkreicher Gegend mit einer durchschnitt-		
Wasserthaleben	20,5 °	47,0 °
Westgreußen	20,7 „	38,8 „
Clingen	21,3 „	39,9 „
Durchschnitt:	**20,8** °	**41,9** °

Man beachte: Im gleichen Grade, wie die durchschnittliche bleibende

salpetersauren Erdsalzverbindungen die bleibende Härte bedingt und die Auslaugung der Nahrungsmittel beim Kochen verhindert. Wie wichtig die bleibende Härte des Wassers ist, geht am klarsten aus den Schul-Untersuchungen hervor, die ich im Jahre 1894 in Thüringen angestellt habe. Alle auf kalkhaltigem Boden liegenden Ortschaften sind damals in eine einzige Abteilung zusammengeworfen worden. Ihre Gesamthärte schwankt auch in der Tat in keinen hohen Grenzen. Trotzdem fanden sich zwischen verschiedenen kalkreichen Dörfern ziemlich erhebliche Unterschiede in der Güte der Zähne. Ich habe mir nun 8 Jahre nach jener ersten Zahnunter-

Trinkwassers und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen in *Thüringen* vorgenommenen Untersuchungen.

Geologische Formation	Anzahl der untersuchten Kinder	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse
schnittlichen Gesamthärte ***unter 5,0*** ° deutscher Härte.				
Kalkarme Gesteine	3595	***8,1***	***33,2*** %	119 = ***3,3*** %
lichen bleibenden Härte von ***2,8—9,9*** ° deutscher Härte.				
Muschelkalk	52	3,8	15,3 %	11 = 21,0 %
Muschelkalk	284	5,4	21,3 „	28 = 10,0 „
Muschelkalk	57	5,6	23,0 „	4 = 7,0 „
Muschelkalk	196	4,1	16,9 „	38 = 19,4 „
Muschelkalk, Keuperletten	59	3,8	15,7 „	14 = 23,7 „
Muschelkalk	103	3,3	13,4 „	18 = 17,5 „
Muschelkalk	215	3,9	15,6 „	43 = 20,0 „
Keuperletten, Diluvium	23	5,8	24,8 „	1 = 4,5 „
Röt, Muschelkalk	230	6,3	25,6 „	11 = 4,8 „
Muschelkalk	76	4,8	19,2 „	5 = 6,6 „
	1295	***4,8***	***19,4*** %	173 = ***13,4*** %
lichen bleibenden Härte von ***10,0—19,9*** ° deutscher Härte.				
Muschelkalk	59	2,7	10,9 %	7 = 12,0 %
Muschelkalk, Diluvium	145	3,3	13,5 „	35 = 24,1 „
Muschelkalk	121	4,0	16,8 „	21 = 17,4 „
Keuperletten, Diluvium	591	3,8	15,5 „	110 = 18,6 „
	916	***3,7***	***15,1*** %	173 = ***18,9*** %
lichen bleibenden Härte ***über 20,0*** ° deutscher Härte.				
Muschelkalk, Keuperletten	99	3,2	12,9 %	19 = 19,2 %
Keuperletten, Diluvium	120	2,5	10,2 „	31 = 25,8 „
Keuperletten, Diluvium	227	3,0	12,8 „	60 = 26,4 „
	446	***2,9***	***12,1*** %	110 = ***24,6*** %

Härte der Trinkwässer zunimmt, verringert sich die Zahl der kranken Zähne!

Tabelle 3. **Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des nach den von Dr. med. C. Röse im Jahre *1894* im**

Ortschaft	Durchschnittshärte der untersuchten Trinkwässer in deutschen Härtegraden	
	1. Bleibende Härte	2. Gesamthärte
Waldkirch	0,5 °	1,1 °
Freiburg i. B. (Volksschulen) . .	1,4 „	2,2 „
Günthersthal und Herdern . .	1,4 „	2,2 „
Oberried	1,4 „	3,4 „
Wolffenweiler-Ebringen	3,3 „	20,2 „
Uffhausen	3.8 „	16,8 „
Ihringen	12,9 „	32,5 „

Man beachte: Im gleichen Grade, wie die durchschnittliche bleibende

suchung aus allen diesen Dörfern nochmals je 3 Trinkwasserproben verschafft, und es zeigte sich, daß die bleibende Härte in viel weitern Grenzen schwankte als die Gesamthärte. Nachdem ich die Ortschaften entsprechend ihrer bleibenden Härte in 3 natürliche Gruppen eingeteilt hatte, stellte es sich heraus, daß die Güte der Gebisse genau im gleichen Verhältnisse zunimmt, wie die **bleibende** Trinkwasserhärte ansteigt.

Durch Vermittlung des Herrn Kollegen Dr. med. Bartels in Freiburg habe ich mir nun nachträglich auch aus den 1894 in Baden untersuchten Ortschaften nochmals Trinkwasserproben senden lassen. Wie Tabelle 3 zeigt, kehrt dort genau dieselbe Erscheinung wieder. Ich brauchte die badischen Dörfer nicht einmal zum Ausgleiche von Zufälligkeiten in Gruppen einzuteilen. Von Dorf zu Dorf nimmt die Güte der Zähne im gleichen Grade zu, wie die bleibende Wasserhärte steigt. Einige Schwierigkeiten verursachte die Beschaffung von Trinkwässern aus dem schon oben erwähnten Orte Ihringen. Dort hatte ich im Jahre 1901 zum zweitenmale die Zähne untersucht und dabei festgestellt, daß die in meiner ersten Veröffentlichung vom Jahre 1894 angegebene Härtebestimmung den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprach. Die Ihringer Wasserleitung hatte damals 17,3°, im heißen Sommer 1904 sogar 20,2 Härtegrade. Aber auch diese Härte reichte noch nicht aus, um die vorzügliche Beschaffenheit der Ihringer Zähne im Jahre 1894 zu erklären. Allerdings hatte sich die Lebensweise (Brot!) der Ihringer Bevölkerung etwas geändert. Ich erkundigte mich aber, ob vielleicht in früherer Zeit in Ihringen auch andere Wasserverhältnisse geherrscht hätten. Und da stellte es sich heraus, daß die jetzige Ihringer Leitung erst im Jahre 1894, gerade zur Zeit meiner ersten Untersuchung, gebaut

Trinkwassers und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen Großherzogtume *Baden* vorgenommenen Untersuchungen.

Geologische Formation	Anzahl der untersuchten Kinder	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse
Gneis	518	*8,7*	*36,9* %	4 = *0,8* %
Gneis	3460	*8,4*	*35,0* „	45 = *1,3* „
Gneis	118	*8,2*	*34,6* „	4 = *3,4* „
Gneis	111	*6,8*	*28,2* „	2 = *1,8* „
Jurakalk	219	*5,3*	*21,9* „	18 = *8,2* „
Jurakalk	162	*5,0*	*20,7* „	20 = *12,3* „
Löss	530	*3,0*	*12,4* „	155 = *29,2* „

Härte der Trinkwässer zunimmt, verringert sich die Zahl der kranken Zähne!

worden war. Früher habe es teilweise viel härtere Brunnen gegeben, doch seien diese inzwischen sämtlich zugeschüttet worden. Herr Kollege Bartels besorgte mir aus einem Nachbardorfe von Ihringen, das ebenfalls auf Löss liegt, verschiedene Wasserproben, die meiner Vermutung entsprechend eine höhere Härte hatten. Schließlich bin ich selbst im Jahre 1904 noch einmal nach Ihringen gereist, und es gelang mir endlich, noch einige von den früher benutzten Brunnen ausfindig zu machen, deren Härte zwischen 20,2°—44,8° schwankte. In Ihringen kehren ganz ähnliche Verhältnisse wieder, wie ich sie oben bei Weistropp beschrieben habe. Der Untergrund besteht aus undurchlässigem, vulkanischem Eruptivgesteine, über dem ein stark kalkhaltiger Löss lagert.

Es wäre ja sicherlich von Interesse gewesen, wenn ich nachträglich noch in sämtlichen von mir untersuchten 164 Ortschaften mit 87617 Schulkindern die bleibende Trinkwasserhärte hätte bestimmen können. Das ließ sich aber nicht leicht ermöglichen, da diese Orte weit zerstreut in Deutschland, Schweden, Dänemark, Holland, Belgien, Böhmen und in der Schweiz gelegen sind. Ich mußte mich also darauf beschränken, in meiner Gesamtübersicht die untersuchten Ortschaften nach ihrer durchschnittlichen Gesamthärte in neun verschiedene Härtegruppen einzuteilen (Tabellen 4—12). Bei dem großen Umfange des Untersuchungsmaterials gleichen sich alle übrigen für die Zähne in Betracht kommenden Einflüsse wie Nahrung, Gesichtsform, Stillungsdauer, verschiedene Mischung der Erdsalze im Trinkwasser usw. aus, und die **Hauptstelle 13 zeigt ein so inniges Wechselverhältnis zwischen Wasserhärte und Zahnbeschaffenheit, daß es sich erübrigt, noch weitere Worte hinzuzufügen.**

Tabelle 4. 15 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Härte schwankt zwischen	Geologische Formation
Waldkirch 1901 (Baden)	1,1 °	1	1,1 °	Gneis
Waldkirch 1894 (Baden)	1,1 „	1	1,1 „	Gneis
Mehlis (Thüringen) . .	1,1 „	1	1,1 „	Granit
Jonsdorf b. Zittau (Sachsen)	1,2 „	3	1,1—1,4 °	Kreidesandstein
Calmbach (Württemberg)	1,4 „	1	1,4 °	Buntsandstein
Baiersbronn (Württemberg)	1,4 „	1	1,4 „	Gneis, Buntsandstein
Tambach (Thüringen) .	1,4 „	1	1,4 „	Rotliegendes
Dietharz (Thüringen) . .	1,4 „	1	1,4 „	Rotliegendes, Porphyr
Finsterbergen (Thüring.)	1,4 „	1	1,4 „	Rotliegendes
Styrsö b. Göteborg (Schweden)	1,5 „	2	0,5—2,5 „	Gneis
Zella St. Blasii 1901 (Thüringen)	1,7 „	1	1,7 °	Granit
Zella St. Blasii 1894 (Thüringen)	1,7 „	1	1,7 „	Granit
Rieneck (Bayern) . . .	1,7 „	1	1,7 „	Buntsandstein
Unter-Zwota (Sachsen) .	1,9 „	3	1,2—2,2 „	Cambrische Schiefer
Reinhardtsdorf (Sachsen)	1,9 „	5	1,2—2,8 „	Kreidesandstein
Durchschnitt:				

Tabelle 5. 21 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Geising (Sachsen) . . .	2,1 °	3	1.4—2,8 °	Porphyr
Güntersthal u. Herdern (Baden)	2,2 „	2	2,0—2,4 „	Gneis
Cursdorf (Thürigen) . .	2,3 „	1	2,3 °	Cambrische Schiefer
Grünbach (Sachsen) . .	2,5 „	4	1,7—3,9 „	Cambrische Schiefer
Steinbach-Hallenberg (Thüringen)	2,6 „	3	1,2—3,9 „	Rotliegendes, Porphyr
Nybro (Schweden) . .	2,8 „	2	2,8—2,8 „	Granit
Krumhermersdorf (Sachsen)	2,9 „	6	1,7—5,0 „	Glimmerschiefer
Mulda (Sachsen) . . .	2,9 „	8	1,2—6,4 „	Gneis
Neustadt (Schwarzburg) .	3,3 „	4	1,7—5,0 „	Porphyrit
Neustadt (Meiningen) .	3,3 „	4	1,7—5,0 „	Porphyrit
Oberried (Baden) . . .	3,4 „	1	3,4 °	Gneis
Sonnefeld (Thüringen) .	3,4 „	2	2,8—3,9 „	Keupersandstein
Groß-Breitenbach (Thür.)	3,6 „	3	1,1—6,2 „	Cambrische Schiefer
Alfvesta (Schweden) . .	3,6 „	3	1,1—6,2 „	Granit, Gneis
Schönbach (Sachsen) . .	3,6 „	6	2,0—7,8 „	Granit, Diluvium
Christofsgrund (Böhmen)	3,6 „	2	2,2—5,0 „	Cambrische Schiefer
Saalhausen (Westfalen) .	3,7 „	2	2,2—5,3 „	Devonische Schiefer
König (Hessen)	4,2 „	1	4,2 °	Buntsandstein
Ruppendorf (Sachsen) .	4,4 „	4	3,6—5,3 „	Gneis, Kreidesandstein
Oldersum (Ost-Friesland)	4,5 „	1	4,5 °	Marsch
Kötzting (Bayern) . . .	4,6 „	19	1,7—11,2 „	Gneis
Durchschnitt:				

Gesamthärte *unter 2,0* ° deutscher Härte.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe				
	gesunde	erkrankte				hellgelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
294	4481	2800	9,5	38,4 %	4 = 1,4%	—	19	43	205	27
518	7630	4461	8,7	36,9 „	4 = 0,8 „	—	—	—	—	—
718	11239	6432	9,0	36,4 „	8 = 1,1 „	—	—	—	—	—
262	3783	2775	10,6	42,3 „	1 = 0,4 „	—	9	77	137	39
349	4911	3646	10,5	42,6 „	1 = 0,3 „	—	4	115	191	39
413	6992	3174	7,7	31,2 „	5 = 1,2 „	—	5	141	246	21
364	6066	2675	7,4	30,6 „	7 = 1,9 „	—	—	—	—	—
129	2125	977	7,6	31,5 „	6 = 4,7 „	—	—	—	—	—
190	2921	1715	9,0	37,0 „	5 = 2,6 „	—	—	—	—	—
77	1021	926	12,0	47,6 „	0 = 0 „	—	6	26	44	1
384	5717	3826	10,0	40,1 „	3 = 0,8 „	4	59	74	225	22
616	9339	5724	9,3	38,0 „	10 = 1,6 „	—	—	—	—	—
226	4044	1626	7,2	28,7 „	8 = 3,5 „	2	11	51	147	15
417	6574	3916	9,4	37,3 „	3 = 0,7 „	—	9	165	233	10
228	3294	2472	10,8	42,8 „	3 = 1,3 „	—	—	31	152	45
5185	80137	47145	***9,1***	***37,0*** %	68 = ***1,3***%	**0,2** %	**4,6** %	**27,3** %	**59,6** %	**8,3** %

Gesamthärte von *2,0—4,9* ° deutscher Härte.

217	3769	1667	7,7	30,7 %	6 = 2,8%	—	3	72	133	9
118	1833	970	8,2	34,6 „	4 = 3,4 „	—	—	—	—	—
145	2355	1280	8,8	35,2 „	4 = 2,7 „	—	—	—	—	—
332	5212	3085	9,3	37,2 „	4 = 1,2 „	—	3	106	205	18
622	11248	3770	6,1	25,1 „	58 = 9,3 „	—	—	—	—	—
92	1548	746	8,1	32,5 „	0 = 0 „	—	7	59	22	4
430	6486	4235	9,9	39,5 „	0 = 0 „	—	3	128	286	13
348	5544	3093	8,9	35,8 „	5 = 1,5 „	—	24	159	154	11
110	1732	975	8,9	36,0 „	2 = 1,8 „	—	—	—	—	—
190	2842	1864	9,8	39,6 „	2 = 1,0 „	—	—	—	—	—
111	1934	759	6,8	28,2 „	2 = 1,8 „	—	—	—	—	—
202	3523	1392	6,9	28,3 „	12 = 6,0 „	2	41	102	57	—
511	8712	3733	7,3	30,0 „	17 = 3,3 „	—	—	—	—	—
38	598	354	9,3	37,2 „	0 = 0 „	—	—	9	26	3
323	4896	3131	9,7	39,0 „	4 = 1,2 „	—	11	133	149	30
114	1369	1435	12,6	51,2 „	1 = 0,9 „	—	3	38	66	7
101	1912	607	6,0	24,1 „	10 = 9,9 „	2	7	54	37	1
312	4763	3043	9,8	38,9 „	5 = 1,6 „	—	8	130	160	14
117	1879	1034	8,9	35,5 „	7 = 6,0 „	—	3	63	48	3
177	3235	1120	6,3	25,8 „	16 = 9,0 „	1	30	135	11	—
482	7935	3966	8,2	33,4 „	16 = 3,3 „	—	14	131	314	23
5092	83325	42259	***8,3***	***33,7*** %	175 = ***3,4***%	**0,2**%	**4,8**%	**40,1**%	**50,7**%	**4,2**%

Tabelle 6. 22 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Härte schwankt zwischen	Geologische Formation
Kongsmark (Schleswig)	5,1 °	6	3,4 – 7,3 °	Dünensand
Fördergersdorf (Sachsen)	5,7 „	4	4,3 – 7,8 „	Cambr. Schiefer, Diluvium
Adorf (Sachsen)	5,7 „	8	1,7 – 12,9 „	Cambrische Schiefer
Sönderby (Schleswig)	6,3 „	4	4,5 – 8,4 „	Dünensand
Tiège (Belgien)	6,3 „	2	5,9 – 6,7 „	Cambrische Schiefer
Adelmannsfelden (Württ.)	6,7 „	1	6,7 °	Keupersandstein
Somsdorf (Sachsen)	6,8 „	4	5,3 – 9,0 „	Gneis, Diluvium
Welzheim (Württemberg)	7,0 „	2	4,8 – 9,2 „	Keupersand, Jurasand
Fleu (Schweden)	7,2 „	1	7,2 °	Gneis
Krylbo (Schweden)	7,4 „	3	1,4 – 10,0 „	Granit
Sart lez Spaa (Belgien)	7,8 „	1	7,8 °	Cambrische Schiefer
Hintergersdorf (Sachsen)	8,0 „	3	1,4 – 21,3 „	Cambr. Schiefer, Porphyr, Kreidesandstein, Diluvium
Radibor (Sachsen)	8,2 „	3	4,5 – 14,5 „	Diluvials., Granitunterlage
Gemünden (Bayern)	8,2 „	3	5,0 – 12,8 „	Buntsandstein
Sanda (Schweden)	8,7 „	1	8,7 °	Diluvium, Silurkalkunterl.
Kasejowitz (Böhmen)	9,0 „	8	1,7 – 20,2 „	Granit, Gneis, Diluvium
Scherrebeck (Schleswig)	9,1 „	4	5,6 – 11,7 „	Diluvialsand
Schwalenberg (Lippe)	9,5 „	1	9,5 °	Keuper
Weißig (Sachsen)	9,5 „	5	7,3 – 11,8 „	Granit, Porphyr., Diluvium
Lausa (Sachsen)	9,6 „	4	5,6 – 18,5 „	Granit, Oligocän, Diluvium
Pfalzgrafenweiler (Württ.)	9,8 „	2	9,5 – 10,0 „	Buntsandstein, Muschelk.
Grunow (Brandenburg)	9,8 „	2	8,4 – 11,2 „	Diluvialsand u. Lehm
Durchschnitt:				

Tabelle 7. 21 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Mjölby (Schweden)	10,1 °	2	6,7 – 13,4 °	Granit, Diluvium
Hermsdorf (Thüringen)	10,2 „	4	5,8 – 19,0 „	Buntsandstein
Köping (Schweden)	11,2 „	1	11,2 °	Untersilurisch. Kalk
Ellenberg (Württemberg)	11,5 „	1	11,5 „	Keupersand, Jurasand
Åland (Schweden)	11,7 „	1	11,7 „	Granit, Diluvium
Plaue (Thüringen)	11,8 „	4	5,9 – 20,1 „	Muschelkalk
Königswartha (Sachsen)	11,8 „	2	3,4 – 20,2 „	Diluvialsand u. Lehm
Retschin (Posen)	11,9 „	6	8,9 – 16,8 „	Altalluvialer Sand
Berlebeck (Lippe)	12,8 „	1	12,8 °	Muschelkalk
Quohren (Sachsen)	12,8 „	3	5,0 – 17,9 „	Rotliegendes
Gamla Upsala (Schweden)	12,9 „	2	11,7 – 14,0 „	Granit, Diluvium
Heiligenkirchen (Lippe)	13,2 „	2	12,8 – 13,4 „	Muschelkalk
Henfenfeld (Bayern)	13,4 „	4	12,3 – 14,6 „	Jurakalk
Jechaburg (Thüringen)	13,4 „	3	10,0 – 16,8 „	Muschelkalk
Visby (Schweden)	13,6 „	7	12,3 – 16,2 „	Obersilurischer Kalk
Grumbach (Sachsen)	13,8 „	8	5,6 – 33,6 „	Duliviallehm, Rotliegendes
Slite (Schweden)	14,5 „	5	10,0 – 17,9 „	Obersilurischer Kalk
Söllerød (Dänemark)	14,5 „	3	5,6 – 19,0 „	Diluviallehm
Blowitz (Böhmen)	14,7 „	11	5,0 – 42,6 „	Cambr. Schiefer, Diluvium
Possendorf (Sachsen)	14,7 „	2	4,8 – 24,6 „	Rotliegendes, Diluvium
Aastrup (Schleswig)	14,9 „	3	12,8 – 16,8 „	Diluviallehm
Durchschnitt:				

Gesamthärte von *5,0—9,9* ° deutscher Härte.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe				
	gesunde	erkrankte				gelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
33	634	221	6,7	25,9 %	0 = 0 %	—	5	24	4	—
87	1539	601	6,9	28,1 „	6 = 6,9 „	7	29	23	28	—
471	7518	4131	8,8	35,5 „	14 = 3,0 „	3	34	314	112	8
59	964	506	8,6	34,4 „	1 = 1,7 „	—	4	38	16	1
56	1057	337	6,0	24,2 „	10 = 17,9 „	—	4	27	24	1
175	3149	1243	7,1	28,3 „	6 = 3,4 “	—	7	132	35	1
176	2979	1364	7,7	31,4 „	2 = 1,2 „	5	68	79	24	—
281	4805	2080	7,4	30,2 „	9 = 3,2 „	—	7	179	92	3
109	1919	822	7,6	30,0 „	1 = 0,9 „	—	10	52	46	1
134	2431	903	6,8	27,1 „	4 = 3,0 „	2	19	71	41	1
48	888	306	6,4	25,6 „	4 = 8,4 „	—	2	22	22	2
133	2277	1036	7,8	31,3 „	2 = 1,5 „	—	52	68	12	1
218	3813	1679	7,7	30,6 „	7 = 3,2 „	15	110	83	10	—
255	4427	1905	7,5	30,1 „	6 = 2,4 „	—	36	137	78	4
39	648	301	7,8	31,7 „	1 = 2,6 „	—	9	28	2	—
236	4325	1431	6,1	24,9 „	19 = 8,0 „	—	29	155	52	—
144	2305	1249	8,7	35,1 „	3 = 2,1 „	—	18	80	44	2
96	1834	585	6,1	24,2 „	11 = 11,5 „	—	25	44	27	—
319	5935	2067	6,5	25,8 „	21 = 6,6 „	2	48	216	51	2
478	8615	3294	6,9	27,7 „	29 = 6,1 „	29	220	202	27	—
233	4031	1754	7,5	30,3 „	7 = 3,0 „	—	12	108	100	13
95	1574	790	8,3	33,4 „	2 = 2,1 „	—	32	56	7	—
3875	67667	28605	***7,4***	***29,7 %***	165 = ***4,3 %***	**1,6 %**	**20,1 %**	**55,2 %**	**22,0 %**	**1,1 %**

Gesamthärte von *10,0—14,9* ° deutscher Härte.

125	2195	899	7,2	29,1 %	5 = 4,0 %	4	51	66	4	—
288	4990	2234	7,8	30,9 „	12 = 4,2 „	3	76	188	21	—
18	284	145	8,1	33,8 „	2 = 11,1 „	—	7	8	3	—
106	1689	895	8,5	34,6 „	3 = 2,8 „	1	5	68	32	—
23	407	151	6,6	27,1 „	0 = 0 „	2	17	4	—	—
284	5586	1512	5,4	21,3 „	28 = 10,0 „	—	—	—	—	—
298	5572	1911	6,4	25,5 „	23 = 7,7 „	7	123	148	19	1
144	2480	1078	7,5	30,3 „	10 = 7,0 „	1	32	103	8	—
141	2494	1009	7,2	28,8 „	5 = 3,6 „	3	117	19	2	—
89	1653	583	6,6	26,1 „	4 = 4,5 „	—	13	59	17	—
72	1382	405	5,6	22,7 „	2 = 2,8 „	11	45	13	3	—
183	3556	1015	5,5	22,2 „	23 = 12,6 „	6	143	28	6	—
134	2399	886	6,6	26,9 „	11 = 8,2 „	—	81	52	1	—
52	1099	198	3,8	15,3 „	11 = 21,0 „	—	—	—	—	—
181	2769	1849	10,2	40,0 „	1 = 0,6 „	—	57	98	26	—
226	4174	1481	6,5	26,2 „	15 = 6,6 „	1	42	162	21	—
76	1147	755	9,9	39,7 „	0 = 0 „	—	27	44	5	—
103	1887	689	6,7	26,7 „	7 = 6,8 „	—	52	42	9	—
284	5697	1554	5,5	21,4 „	27 = 9,5 „	10	184	73	17	—
291	5188	2123	7,3	29,0 „	9 = 3,1 „	1	27	190	67	6
96	1719	687	7,1	28,5 „	9 = 9,4 „	—	46	42	8	—
3214	58367	22059	***6,9***	***27,4 %***	207 = ***6,5 %***	**1,7 %**	**39,8 %**	**48,9 %**	**9,4 %**	**0,2 %**

Tabelle 8. 18 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Härte schwankt zwischen	Geologische Formation
Naerum (Dänemark) . .	15,1 °	2	11,2—19,0°	Diluviallehm
Lau (Schweden) . . .	15,1 „	1	15,1 °	ObersilurischerKalk
Pommelsbrunn (Bayern)	15,6 „	2	14,5—16,8„	Jurakalk
Klintehamn (Schweden).	15,8 „	3	14,0—19,0„	ObersilurischerKalk
Uffhausen (Baden) . .	16,8 „	2	15,7—17,9„	Jurakalk
Krumbach-Hürben (Bayern)	16,8 „	1	16,8 °	Miocän
Langenargen(Württemb.)	16,8 „	1	16,8 „	Diluvium
Böhringen (Württembg.)	17,1 „	2	11,7—22,4„	Jurakalk
Tettnang Stadt (Württ.)	17,2 „	3	16,8—17,9„	Diluvium
När (Schweden) . . .	17,3 „	1	17,3 °	ObersilurischerKalk
Kisslegg (Württemberg).	17,9 „	1	17,9 „	Diluvium
Ihringen 1901 (Baden) .	18,8 „	2	17,3—20,2„	Löss
Tettnang Filialdörfer (Württemberg) . , .	19,0 „	4	13,4—22,4„	Diluvium
Bermaringen (Württbg.)	19,0 „	1	19,0 °	Jurakalk
Schlangen (Lippe). . .	19,0 „	2	13,4—24,6„	Kreidekalk, Diluvium
Neukirch (Schweiz) . .	19,4 „	1	19.4 °	Diluviallehm
Borgholm (Schweden) .	19,6 „	2	14,0—25,2„	Untersilurisch. Kalk
Münsingen (Württembg.)	19,8 „	1	19,8 °	Jurakalk
Durchschnitt:				

Tabelle 9. 19 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Kesselsdorf (Sachsen) .	20,1 °	5	11,2—30,2°	Rotliegendes, Diluvium
Wolffenweiler-Ebringen (Baden)	20,2 „	3	15,7—22,4„	Jurakalk
Rinkerode (Westfalen) .	20,7 „	4	15,7—24,6„	Kreidemergel und Sand
Dalhem (Schweden) . .	21,5 „	2	16,8—26,3„	Obersilurisch. Kalk, Diluvium
Bunde (Ostfriesland) . .	21,6 „	3	2,0—51,5„	Marsch
Nieuweschans (Holländisch-Ostfriesland) . .	21,6 „	3	2,0—51,5„	Marsch
Kirchberg (Schweiz) . .	21,6 „	1	21,6 °	Miocän, Diluvium
Leuben b. Riesa (Sachs.)	22,3 „	6	16,2—37,0„	Diluviallehm
Zainingen (Württemberg)	22,4 „	3	10,0—29,1„	Jurakalk
Hostiwitz (Böhmen) . .	22,5 „	11	7,8—56,0„	Pläner, Diluvium
Aulendorf (Württemberg)	22,8 „	1	22,8 °	Diluvium
Wellhausen (Schweiz) .	22,8 „	1	22,8 „	Miocän, Diluvium
Hüttlingen (Schweiz). .	22,8 „	1	22,8 „	Miocän, Diluvium
Fjelstrup (Schleswig-Holstein)	23,5 „	3	17,9—30,2„	Diluviallehm
Weistropp (Sachsen) . .	23,6 „	18	8,4—53,8„	Diluviallehm, Syenit
Greifenhain (Sachsen) .	24,1 „	3	15,1—33,6„	Diluvium, Porphyr
Arnstein (Bayern) . . .	24,6 „	1	24,6 °	Muschelkalk
Skenninge (Schweden) .	24,6 „	1	24.6 „	Obersilurkalk, Diluvium
Deutsch-Luppa (Sachsen)	24,8 „	4	13,4—39,0„	Diluviallehm
Durchschnitt:				

Gesamthärte von *15,0—19,9* ° deutscher Härte.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe				
	gesunde	erkrankte				gelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
155	2952	926	6,0	23,9 %	13 = 8,4 %	1	92	58	4	—
33	588	243	7,4	29,2 „	0 = 0 „	—	4	27	2	—
134	2232	1080	8,1	32,6 „	2 = 1,5 „	—	72	54	8	—
116	1966	965	8,3	32,9 „	2 = 1,7 „	—	12	87	16	1
162	3105	810	5,0	20,7 „	20 = 12,3 „	—	—	—	—	—
195	3341	1322	6,8	28,3 „	15 = 7,7 „	2	120	69	3	1
123	2070	918	7,5	30,7 „	5 = 4,1 „	1	38	76	6	2
151	2941	820	5,4	21,8 „	19 = 12,6 „	25	55	58	13	—
265	4196	2242	8,4	34,8 „	5 = 1,9 „	1	55	180	24	5
51	873	390	7,7	30,9 „	2 = 3,9 „	—	17	32	2	—
313	5312	2351	7,5	30,7 „	11 = 3,5 „	29	191	88	5	—
474	9380	2473	5,2	20,9 „	43 = 9,1 „	107	250	90	27	—
146	2708	938	6,4	25,7 „	7 = 4,8 „	—	60	81	5	—
111	2050	691	6,2	25,2 „	7 = 6,3 „	7	44	55	5	—
378	7607	1941	5,1	20,3 „	35 = 9,3 „	6	206	143	23	—
112	1755	1045	9,3	37,3 „	0 = 0 „	1	56	54	1	—
100	1698	782	7,8	31,5 „	6 = 6,0 „	—	27	65	8	—
221	3945	1481	6,7	27,3 „	15 = 6, 8„	19	131	69	2	—
3240	58719	21418	*6,6*	*26,7* %	207 = *6,4* %	6,5 %	46,4 %	41,8 %	5,0 %	0,8 %

Gesamthärte von *20,0—24,9* ° deutscher Härte.

155	2984	878	5,7	22,7 %	12 = 7,8 %	5	68	77	5	—
219	4135	1160	5,3	21,9 „	18 = 8,2 „	—	—	—	—	—
220	4241	1267	5,8	23,0 „	16 = 7,3 „	—	119	96	5	—
40	662	331	8,3	33,3 „	0 = 0 „	—	26	13	1	—
386	7646	2003	5,2	20,8 „	55 = 14,3 „	4	157	196	28	1
139	2762	605	4,4	18,0 „	28 = 20,1 „	—	51	80	8	—
189	2603	1973	10,4	43,1 „	1 = 0,5 „	22	97	66	3	1
310	6162	1532	4,9	19,9 „	51 = 16,5 „	8	168	108	26	—
152	2796	1008	6,6	26,5 „	8 = 5,3 „	18	54	67	13	—
307	5792	1773	5,8	23,4 „	23 = 7,5 „	12	183	101	11	—
290	5388	1758	6,1	24,6 „	27 = 9,3 „	42	179	65	3	1
33	498	319	9,7	39,0 „	0 = 0 „	2	24	7	—	—
53	765	564	10,7	42,4 „	0 = 0 „	8	39	6	—	—
57	1027	377	6,6	26,8 „	6 = 10,5 „	—	35	21	1	—
213	4525	845	4,0	15,7 „	44 = 20,7 „	6	121	78	8	—
228	4176	1510	6,6	26,6 „	20 = 8,8 „	28	102	90	8	—
226	4455	1143	5,1	20,4 „	19 = 8,4 „	27	96	82	21	—
97	1885	583	6,0	23,6 „	3 = 3,1 „	3	41	51	2	—
199	3799	1205	6,1	24,1 „	12 = 6,0 „	4	73	115	7	—
3513	66301	20834	*5,9*	*23,9* %	343 = *9,8* %	5,7 %	49,6 %	40,1 %	4,5 %	0,1 %

Tabelle 10. 17 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Härte schwankt zwischen	Geologische Formation
Gollmütz (Posen) . . .	25,2 °	4	16,8—33,6 °	Diluvium
Brakelsiek (Lippe) . . .	25,8 „	2	25,8—25,8„	Keuperletten
Groß-Brüchter (Thüring.)	26,1 „	3	24,6—26,9„	Muschelkalk
Oberspier (Thüringen) .	26,9 „	3	22,4—29,1„	Muschelkalk, Diluvium
Öja (Schweden	26,9 „	2	22,4—31,4„	Silursandstein, Diluvium
Kirchhörde (Westfalen) .	26,9 „	5	10,0—40,3„	Carbonische Mergel, Grauwacke
Möhra (Thüringen) . .	27,5 „	2	22,4—32,5„	Zechstein, Buntsand, Diluvium
Nickern (Sachsen . . .	27,6 „	3	21,3—31,3„	Diluviallehm
Laudenbach (Württemb.)	28,0 „	1	28,0 °	Muschelkalk
Gulpen (Holland) . . .	28,0 „	3	26,9—29,1„	Kreidemergel
Holzthaleben (Thüringen)	28,4 „	3	24,6—31,4„	Muschelkalk
Reichenberg b. Dresden (Sachsen)	28,4 „	3	9,5—56,0„	Diluvium, Syenit
Felben (Schweiz) . . .	28,4 „	1	28,4 °	Miocän, Diluvium
Mellingen (Thüringen) .	29,1 „	3	20,2—38,0„	Muschelkalk, Diluvium
Trebnitz (Böhmen) . .	29,2 „	13	22,4—49,3„	Diluvium, Pläner, Basalt
Gomaringen (Württemb.)	29,7 „	4	26,9—35,8„	Schwarzer u. brauner Jura
Westerengel (Thüringen)	29,9 „	3	29,1—31,4„	Muschelkalk
Durchschnitt:				

Tabelle 11. 11 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Ertingen (Württemberg)	30,7 °	2	30,0—31,4 °	Miocän, Diluvium
Pinne (Posen)	30,9 „	5	22,4—44,8„	Diluviallehm
Ihringen 1894 (Baden) .	32,5 „	2	20,2—44,8„	Löss
Feldengel (Thüringen) .	32,8 „	3	29,1—40,3„	Muschelkalk, Keuperletten
Holzengel (Thüringen) .	34,3 „	3	24,6—42,6„	Muschelkalk
Kirchengel (Thüringen) .	35,1 „	3	33,6—38,0„	Muschelkalk
Neudorf b. Wronke (Posen)	35,5 „	10	22,4—65,0„	Diluviallehm
Meeder (Thüringen) . .	35,9 „	1	35,9 °	Keuperletten
Körner (Thüringen) . .	36,2 „	2	35,8—36,5„	Keuperletten, Diluviallehm
Schernberg (Thüringen) .	37,0 „	3	29,1—44,0„	Muschelkalk, Keuperletten
Groß-Keula (Thüringen) .	37,3 „	3	31,4—42,6„	Muschelkalk
Durchschnitt:				

Gesamthärte von *25,0—29,9* ° deutscher Härte.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe				
	gesunde	erkrankte				gelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
139	2642	796	5,7	23,2 %	9 = 6,4 %	3	109	27	—	—
144	3049	565	3,9	15,6 „	26 = 18,1 „	40	83	20	1	—
57	1073	320	5,6	23,0 „	4 = 7,0 „	—	—	—	—	—
145	3092	483	3,3	13,5 „	35 = 24,1 „	—	—	—	—	—
90	1693	601	6,7	21,8 „	4 = 4,4 „	—	29	48	12	1
176	3796	598	3,4	13,6 „	44 = 25,0 „	38	110	28	—	—
150	2905	759	5,1	20,7 „	16 = 10,7 „	14	42	69	24	1
115	2340	556	4,8	19,2 „	8 = 7,0 „	33	74	7	1	—
157	3182	681	4,3	17,6 „	22 = 14,0 „	18	110	28	1	—
144	3139	399	2,8	11,3 „	54 = 37,5 „	15	103	26	—	—
196	3985	811	4,1	16,9 „	38 = 19,4 „	—	—	—	—	—
246	4937	1214	4,9	19,7 „	23 = 9,4 „	6	117	112	10	1
39	581	364	9,3	38,5 „	0 = 0 „	4	22	12	1	—
186	3665	1010	5,4	21,6 „	18 = 9,7 „	24	139	22	1	—
338	6717	1737	5,1	20,5 „	42 = 12,4 „	13	254	65	6	—
207	4035	1151	5,6	22,2 „	20 = 9,7 „	4	169	32	2	—
103	2204	341	3,3	13,4 „	18 = 17,5 „	—	—	—	—	—
2632	53035	12386	*4,7*	*18,9* %	381 = *14,5* %	9,9 %	63,9 %	23,3 %	2,8 %	0,1 %

Gesamthärte von *30,0—37,9* ° deutscher Härte.

288	5796	1344	4,7	18,8 %	45 = 15,6 %	106	165	17	—	—
79	1521	399	5,1	20,8 „	10 = 12,7 „	2	64	12	1	—
530	11124	1575	3,0	12,4 „	155 = 29,2 „	—	—	—	—	—
59	1207	225	3,8	15,7 „	14 = 23,7 „	—	—	—	—	—
76	1521	362	4,8	19,2 „	5 = 6,6 „	—	—	—	—	—
59	1301	159	2,7	10,9 „	7 = 12,0 „	—	—	—	—	—
198	3774	1116	5,6	22,8 „	18 = 9,1 „	20	154	24	—	—
104	1947	612	5,9	23,9 „	9 = 8,7 „	24	57	21	2	—
275	5604	1272	4,7	18,5 „	31 = 11,3 „	75	166	30	4	—
215	4469	826	3,9	15,6 „	43 = 20,0 „	—	—	—	—	—
121	2433	491	4,0	16,8 „	21 = 17,4 „	—	—	—	—	—
2004	40697	8381	*4,2*	*17,1* %	358 = *17,9* %	24,1 %	64,2 %	11,0 %	0,7 %	—

Tabelle 12. 14 Ortschaften mit einer durchschnittlichen

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Härte schwankt zwischen	Geologische Formation
Bechtheim (Hessen) . .	38,3 °	4	29,1—47,0 °	Löss
Westgreußen (Thüringen)	38,8 „	3	33,6—44,8„	Keuperletten, Diluvium
Clingen 1901 (Thüringen)	39,9 „	6	35,8—42,6„	Keuperletten, Diluvium
Clingen 1894 (Thüringen)	39,9 „	6	35,8—42,6„	Keuperletten, Diluvium
Rohnstedt (Thüringen) .	40,3 „	3	29,1—60,5„	Keuperletten, Diluvium
Greußen (Thüringen) .	46,2 „	5	35,8—74,0„	Keuperletten, Diluvium
Wasserthaleben (Thür.) .	47,0 „	3	40,3—56,0„	Muschelkalk, Keuperletten
Erxleben (Magdbg. Börde)	47,1 „	3	22,4—65,0„	Diluviallehm
Klein-Gay (Posen) . . .	47,1 „	13	23,5—78,4„	Diluviallehm
Steigerthal (Thüringen) .	57,9 „	2	23,5—92,4„	Zechsteingips, Buntsand
Uhrsleben (Magd. Börde)	82,3 „	1	82,3 °	Diluviallehm
Leimbach (Thüringen) .	94,6 „	1	94,6 „	Zechsteingips, Buntsand, Diluviallehm
Königsberg (in Franken)	99,7 „	3	94,6-104.5„	Keuperletten
Weißensee (Thüringen) .	114,2 „	4	96,3-147,8„	Keuperletten, Diluvium
Durchschnitt:				

Tabelle 13. **Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des** nach den von Dr. med. C. Röse in den Jahren 1894—1904 angestell-

Durchschnittliche Gesamthärte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Anzahl der untersuchten Ortschaften	Anzahl der untersuchten Kinder	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne
			A. Dörfer und
unter 2,0° (sehr weiche Wässer)	15	5185	*9,1*
2,0 — 4,9 °	21	5092	*8,3*
5,0 — 9,9 „	22	3875	*7,4*
10,0—14,9 „	21	3214	*6,9*
15,0 — 19,9 „	18	3240	*6,6*
20,0 — 24,9 „	19	3513	*5,9*
25,0 — 29,9 „	17	2632	*4,7*
30,0 — 37,9 „	11	2004	*4,2*
über 38,0° (sehr harte Wässer	14	2833	*3,8*
			B. Städte über
2,2 °	Freiburg i. B.	3460	*8,4*
3,2 „	Nordhausen	3868	*8,7*
6,9 „	Dresden	47208	*7,5*
17,9 „	Hannover	802	*7,4*
19,6 „	Sondershausen	230	*6,3*
54,8 „	Frankenhausen	461	*4,4*

Man beachte: Im gleichen Schritte mit der Zunahme der Wasserhärte
oder: Je härter das Trinkwasser

Gesamthärte *über 38,0* ° deutscher Härte.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe				
	gesunde	erkrankte				gelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
228	4851	893	3,9	15,6 %	44 = 19,3 %	12	149	62	5	—
120	2651	301	2,5	10,2 „	31 = 25,8 „	—	—	—	—	—
243	5379	713	2,9	11,7 „	68 = 28,0 „	156	74	12	1	—
227	4704	690	3,0	12,8 „	60 = 26,4 „	—	—	—	—	—
23	409	135	5,8	24,8 „	1 = 4,5 „	—	—	—	—	—
591	12219	2241	3,8	15,5 „	110 = 18,6 „	—	—	—	—	—
99	2105	312	3,2	12,9 „	19 = 19,2 „	—	—	—	—	—
240	4819	1194	4,9	19,8 „	31 = 13,0 „	21	179	38	2	—
204	4211	848	4,2	16,8 „	42 = 20,6 „	58	134	12	—	—
83	1671	425	5,1	20,3 „	12 = 14,5 „	1	48	30	4	—
142	2904	603	4,2	17,2 „	24 = 17,0 „	36	100	6	—	—
102	2188	412	4,0	15,8 „	9 = 8,8 „	20	73	9	—	—
136	2638	625	4,6	19,1 „	17 = 12,5 „	22	67	36	11	—
395	8461	1384	3,5	14,1 „	104 = 26,3 „	197	184	14	—	—
2833	59210	10776	*3,8*	*15,4* %	572 = *20,2* %	29,5 %	56,9 %	12,4 %	1,2 %	—

Trinkwassers und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen.

ten Untersuchungen bei *87617* Volksschulkindern in *164* Ortschaften.

Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Verteilung der verschiedenen Zahnfarben nach %				
		hellgelb	weißgelb	weiß	grau	graublau
kleinere Städtchen.						
37,0 %	*1,3* %	0,2	4,6	27,3	59,6	8,3
33,7 „	*3,4* „	0,2	4,8	40,1	50,7	4,2
29,7 „	*4,3* „	1,6	20,1	55,2	22,0	1,1
27,4 „	*6,5* „	1,7	39,8	48,9	9,4	0,2
26,7 „	*6,4* „	6,5	46,4	41.8	5,0	0,3
23,9 „	*9,8* „	5,7	49,6	40,1	4,5	0,1
18,9 „	*14,5* „	9,9	63,9	23,3	2,8	0,1
17,1 „	*17,9* „	24,1	64,2	11,0	0,7	—
15,4 „	*20,2* „	29,5	56,9	12,4	1,2	—
6000 Einwohner.						
35,0 %	*1,3* %	—	—	—	—	—
34,8 „	*2,1* „	—	—	—	—	—
30,1 „	*3,0* „	—	—	—	—	—
29,5 „	*3,9* „	—	—	—	—	—
25,6 „	*4,8* „	—	—	—	—	—
17,8 „	*21,0* „	—	—	—	—	—

nimmt die Anzahl der kranken Zähne ab.

um so besser die Zähne!

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der

Tabelle 14. (19 Ortschaften mit

Nach den Untersuchungen von Dr. med.

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Wasserhärte schwankt zwischen	Geologische Formation
			1. Gesamthärte *unter 5,0*	
Styrsö b. Göteborg (Westergötland) . . .	1,5 °	2	0,5— 2,5 °	Gneis
Nybro (Småland) . . .	2,8 „	2	2,8— 2,8 „	Granit
Alfvesta (Småland) . .	3,6 „	3	1,1— 6,2 „	Granit, Gneis
Durchschnitt:				
			2. Gesamthärte *5,0—14,9*	
Flen (Södermanland) . .	7,2 °	1	7,2 °	Gneis
Krylbo (Dalarne) . . .	7,4 „	3	1,4—10,0 °	Granit
Sanda (Gotland) . . ,	8,7 „	1	8,7 °	Diluvialsand, Silurunterlage
Mjölby (Östergötland) .	10,1 „	2	6,7—13,4 „	Granit, Diluviallehm
Köping (Öland)	11,2 „	1	11,2 °	Untersilurisch. Kalk
Åland (Upland	11,7 „	1	11,7 „	Granit, Diluvium
Gamla Upsala (Upland) .	12,9 „	2	11,7—14.0 „	Granit, Diluvium
Visby (Gotland) . . .	13,6 „	7	12,3—16,2 „	ObersilurischerKalk
Slite (Gotland)	14,5 „	5	10,0—17,9 „	ObersilurischerKalk
Durchschnitt;				
			3. Gesamthärte *15,0—19,9*	
Lau (Gotland)	15,1 °	1	15,1 °	ObersilurischerKalk
Klintehamn (Gotland) .	15,8 „	3	14,0—19,0 °	ObersilurischerKalk
När (Gotland)	17,3 „	1	17,3 °	ObersilurischerKalk
Borgholm (Öland) . . .	19,6 „	2	14,0 – 25,2 „	Untersilurisch. Kalk
Durchschnitt:				
			4. Gesamthärte *über 20,0*	
Dalhem (Gotland) . . .	21,5 °	2	16,8 –26,3 °	Obersilurisch. Kalk, Diluvium
Skenninge (Östergötland)	24,6 „	1	24,6 °	Silurkalk, Diluvium
Öja (Gotland)	26,9 „	2	22,4 –31,4 „	Silursandstein, Diluvium
Durchschnitt:				
Durchschnitt aller schwedischen Kinder . . .				

Man beachte: Je härter das Trinkwasser,

Häufigkeit von Zahnerkrankungen bei *Schulkindern in Schweden* 1511 Kindern).

C. Röse in den Jahren 1901 und 1902.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne: gesunde	Anzahl der untersuchten Zähne: erkrankte	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe: gelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
deutschen Härtegraden.										
77	1021	926	12,0	47,6 %	0 = 0 %	—	6	26	44	1
92	1548	746	8,1	32,5 „	0 = 0 „	—	7	59	22	4
38	598	354	9,3	37,2 „	0 = 0 „	—	—	9	26	3
207			*9,8*	*39,0* %	*0* %	0 %	6,8 %	45,4 %	44,4 %	3,0 %
deutsche Härtegrade.										
109	1919	822	7,6	30,0 %	1 = 0,9 %	—	10	52	46	1
134	2431	903	6,8	27,1 „	4 = 3,0 „	2	19	71	41	1
39	648	301	7,8	31,7 „	1 = 2,6 „	—	9	28	2	—
125	2195	899	7,2	29,1 „	5 = 4,0 „	4	51	66	4	—
18	284	145	8,1	33,8 „	2 = 11,1 „	—	7	8	3	—
23	407	151	6,6	27,1 „	0 = 0 „	2	17	4	—	—
72	1382	405	5,6	22,7 „	2 = 2,8 „	11	45	13	3	—
181	2769	1849	10,2	40,0 „	1 = 0,6 „	—	57	98	26	—
76	1147	755	9,9	39,7 „	0 = 0 „	—	27	44	5	—
777			*8,0*	*32,1* %	*2,1* %	2,4 %	31,2 %	49,4 %	16,7 %	0,3 %
deutsche Härtegrade.										
33	588	243	7,4	29,2 %	0 = 0 %	—	4	27	2	—
116	1966	965	8,3	32,9 „	2 = 1,7 „	—	12	87	16	1
51	873	390	7,7	30,9 „	2 = 3,9 „	—	17	32	2	—
100	1698	782	7,8	31,5 „	6 = 6,0 „	—	27	65	8	—
300			*7,7*	*31,7* %	*3,3* %	0 %	20,0 %	70,3 %	9,4 %	0,3 %
deutsche Härtegrade.										
40	662	331	8,3	33,3 %	0 = 0 %	—	26	13	1	—
97	1885	583	6,0	23,6 „	3 = 3,1 „	3	41	51	2	—
90	1693	601	6,7	21,8 „	4 = 4,4 „	—	29	48	12	1
227			*6,7*	*26,3* %	*3,1* %	1,3 %	42,3 %	49,4 %	6,6 %	0,4 %
1511	25714	12151	8,0	32,1 %	33 = 2,2 %	1,5 %	27,2 %	53,0 %	17,5 %	0,8 %

um so besser die Zähne!

Tabelle 15. **Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers auf der Insel**

Nach den Untersuchungen von Dr. med.

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Wasserhärte schwankt zwischen	Geologische Formation
			1. Gesamthärte *unter 15,0*	
Sanda	8,7 °	1	8,7 °	Diluvialsand
Visby (einheimische gotländer Knaben) . . .	13,6 „	7	12,3 – 16,2 °	Silurkalk
Slite	14,5 „	5	10,0—17,9 „	Silurkalk
Durchschnitt:				
			2. Gesamthärte *15,0—19,9*	
Lau	15,1 °	1	15,1 °	Silurkalk
Klintehamn	15,8 „	3	14,0—19,0 °	Silurkalk
När	17,3 „	1	17,3 °	Silurkalk
Durchschnitt:				
			3. Gesamthärte *über 20,0*	
Dalhem	21,5 °	2	16,8 – 26,3 °	Silurkalk, Diluvium
Öja	26,9 „	2	22,4—31,4 „	Silursandstein, Diluvium
Durchschnitt:				

Man beachte: Je härter das Trinkwasser,

Aus den Ergebnissen einer von schwedischen Zahnärzten angestellten Sammelstatistik hat Förberg[1]) vor einigen Jahren den Schluß gezogen, daß auch in Schweden ein Zusammenhang zwischen dem Kalkgehalte des Bodens und der Güte der Zähne bestünde. Förbergs Statistik war nicht ganz einwandfrei und wurde von Eckström einer scharfen Kritik unterzogen. Vor allen Dingen boten die schlechten Zähne auf der Insel Gotland eine geeignete Handhabe, um gegen die Allgemeingültigkeit der Kalktheorie anzukämpfen. Ich habe bereits an anderer Stelle[2]) näher ausgeführt, durch welche Ursachen die außergewöhnlich hohe Zahnverderbnis der Gotländer bedingt wird. Im übrigen kehrt nach meinen Unter-

[1]) Förberg, Welchen Einfluß üben die Nahrungsmittel und das Trinkwasser auf die Entwickelung und den Bestand der Zähne aus? Odontologische Blätter 1900.

[2]) Röse, Die Zähne der Dalarner und Gotländer. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde 1904.

und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen bei *626 Schulkindern Gotland.*
C. Röse in den Jahren 1901 und 1902.

Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse
	gesunde	erkrankte			
deutschen Härtegraden.					
39	648	301	7,8	31,7 %	1 = 2,6 %
181	2769	1849	10,2	40,0 „	1 = 0,6 „
76	1147	755	9,9	39,7 „	0 = 0 „
296			*9,8*	*38,9* %	*0,7* %
deutsche Härtegrade.					
33	588	243	7,4	29,2 %	0 = 0 %
116	1966	965	8,3	32,9 „	2 = 1,7 „
51	873	390	7,7	30,9 „	2 = 3,9 „
200			*8,0*	*31,8* %	*2,0* %
deutsche Härtegrade.					
40	662	331	8,3	33,3 %	0 = 0 %
90	1693	601	6,7	21,8 „	4 = 4,4 „
130			*7,2*	*28,4* %	*3,1* %

um so besser die Zähne!

suchungen nicht nur in ganz Schweden, sondern auch auf der Insel Gotland selbst trotz der geringen Anzahl an untersuchten Kindern das regelrechte Wechselverhältnis zwischen Trinkwasserhärte und Güte der Zähne wieder (Tabellen 14 und 15).

Wenn ich mich auch stets nach Möglichkeit bemüht habe, alle meine Untersuchungen unter dem Einfluße strengster Selbstkritik durchzuführen, so könnte doch immerhin ein besonders mißtrauischer Kritiker auf den Gedanken kommen, daß die Erhebungen bei Schulkindern vielleicht hier und da ein wenig durch unbewußte Voreingenommenheit beeinträchtigt worden seien. Geradezu unmöglich aber ist es, ein solches Mißtrauen auch auf die Ergebnisse meiner Rekrutenuntersuchungen auszudehnen. Bei der Untersuchung der Schulkinder kannte ich zwar vor Beginn der Zahnerhebungen die Durchschnittshärte der Trinkwässer nicht, wußte aber doch ungefähr, welche geologische Beschaffenheit der Boden jener Gegend hatte. Bei den Musterungspflichtigen fehlte auch diese

Handhabe zu einer etwaigen Voreingenommenheit vollständig. In der Regel mußten diese Untersuchungen in solcher fliegenden Eile durchgeführt werden, daß gar keine Zeit für irgend einen anderen Gedanken übrig blieb. Die Musterungspflichtigen einer Gegend werden jahrgangweise, in bunter Reihenfolge nach dem Anfangsbuchstaben ihrer Heimatdörfer vorgeführt. Ob der Rekrut aus dem Dorfe A oder B, oder ob er überhaupt aus derselben Gegend stammte, in der er untersucht wurde, das alles konnte ich während der Untersuchung selbst nicht wissen. Es lag anfangs auch gar nicht in meiner Absicht, die Rekrutenuntersuchungen für die Zwecke der vorliegenden Arbeit zu verwenden, da ich vor den Mühseligkeiten so ausgedehnter Wasseruntersuchungen zurückschreckte. Nur in zwei von vornherein geologisch klarliegenden Bezirken habe ich mir während der Musterung selbst Wasserproben aus den einzelnen Dörfern beschafft, um zu prüfen, inwieweit die Wasserhärte mit der geologischen Formation übereinstimmte. Im übrigen bin ich erst nachträglich, 1—2 Jahre nach Abschluß der Zahnuntersuchung, schrittweise daran gegangen, mir durch gütige Vermittlung der Schul- oder Verwaltungsbehörden aus sämtlichen Musterungsbezirken Wasserproben kommen zu lassen, die teils nur auf ihre Gesamthärte, zum Teil aber auch auf ihre bleibende Härte geprüft worden sind. Im ganzen habe ich für die Zwecke der vorliegenden Arbeit etwa 3500 Härtebestimmungen von Trinkwässern vorgenommen. Diese Arbeit allein erforderte, abgesehen von den damit verbundenen großen Unkosten etwa $^1/_2$ Jahr angestrengtester Arbeit. Je nach Jahreszeit und Niederschlagsmenge wechselt bei manchen Brunnen die Wasserhärte in gewissen Grenzen. Da aber sämtliche Wasserproben ein und desselben Bezirks zu gleicher Zeit entnommen worden sind, so fällt diese kleine Fehlerquelle bei den vorliegenden Vergleichsuntersuchungen überhaupt nicht ins Gewicht.

Auf den einzelnen Untersuchungszetteln war der Geburtsort des Musterungspfichtigen und seiner Eltern genau angegeben. Ich habe nun in jedem Bezirke zunächst die von auswärts Zugewanderten und die Halbeinheimischen ausgeschieden. Da die Musterungspflichtigen ursprünglich in erster Linie für die Zwecke einer ganz andern, anthropologischen Arbeit[1]) untersucht worden waren, so sind sie nach den Geburtsorten ihrer Eltern eingeteilt worden. Als Einheimische

---

[1]) Röse, Beiträge zur europäischen Rassenkunde und die Beziehungen zwischen Rasse und Zahnverderbnis. Archiv für Rassen und Gesellschafts-Biologie 1906.

wurden nur solche Rekruten angesehen, deren beide Eltern in den betreffenden Musterungsbezirken oder in ihrer näheren Umgebung geboren waren. Diese Art der Einteilung mußte auch für die vorliegende Frage beibehalten werden. Die einheimischen Rekruten sind also nach der durchschnittlichen Trinkwasserhärte ihrer Geburtsorte in gewisse Gruppen eingeteilt worden. In den Tabellen 16—20 dient die Gesamthärte, in den Tabellen 21—24 die bleibende Härte als Grundlage. Da die Verteilung der einzelnen Härtegrade in den verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist, so konnte selbstverständlich nicht in allen Musterungsbezirken genau die gleiche Gruppeneinteilung inne gehalten werden. Im allgemeinen habe ich mich bemüht, in jedem Bezirke die Einteilung so zu gestalten, daß auf jede Gruppe ungefähr gleich viele Musterungspflichtige entfallen.

Von vornherein mußte man erwarten, daß die Unterschiede in der Höhe der Zahnverderbnis bei den erwachsenen Musterungspflichtigen nicht so groß ausfallen würden wie bei den Schulkindern. Die Kinder sind eingeteilt worden nach den Wasserhärten ihrer jeweiligen Wohnorte, unter deren Einfluße sie nahezu alle während ihrer Zahnentwicklung gestanden haben. Die Rekruten dagegen konnten nur nach ihren Geburtsorten eingeteilt werden. In mehreren von den untersuchten Bezirken herrscht aber eine lebhafte Zu- und Abwanderung, sodaß sicherlich viele Musterungspflichtige unter Wasserverhältnissen aufgewachsen sind, die denen ihrer Geburtsorte durchaus nicht gleichen. Außerdem spielen bei der viel geringern Anzahl der Musterungspflichtigen die Zufälligkeiten der Vererbung eine wesentlich größere Rolle.

Wie im ganzen übrigen Körper, so übt auch bei der mehr oder weniger guten Zahnentwicklung die Vererbung einen sehr erheblichen Einfluß aus. Man darf sich die Sache ja nicht so vorstellen, als ob der Einfluß des härtern oder weichern Trinkwassers nun etwa nach Art eines Reagensglasversuches bei allen Einzelwesen gleichmäßig zur Erscheinung kommen würde. Ich wiederhole eindringlichst: Die Natur trägt keine Uniform! In den erdsalzärmsten Gegenden finden sich gelegentlich einzelne Leute mit recht gut gebauten Zähnen, und umgekehrt kann man selbst in den kalkreichsten Gegenden hin und wieder einmal alte Leute mit zahnlosen Kiefern beobachten. Die geheimnisvollen Gesetze der Vererbung kennen wir noch nicht und werden sie vielleicht niemals vollkommen kennen lernen. Daß aber die Vererbung gelegentlich eine geradezu ausschlaggebende Rolle spielt, davon zeugt ein Beispiel aus meiner eigenen Familie. Ich selbst besitze als Erbstück meiner

Vorfahren, die nachweislich schon seit mehreren Jahrhunderten in derselben erdsalzreichen Gegend Thüringens gelebt haben, ein ausgezeichnetes Gebiß. Meine aus Hannover stammende Frau hat nur mittelgute Zähne. Obgleich nun mein ältester Sohn in der kalkarmen Stadt Freiburg i. B. gezeugt, geboren und aufgewachsen ist, hat er doch die vorzüglichen, hellgelben Zähne seines Vaters geerbt, während sein jüngerer Bruder nur mittelgute Zähne hat. Zufällig sind die drei Kinder meiner Schwester ebenfalls in einer kalkarmen Gegend, auf dem Thüringerwalde geboren; und obgleich auch ihr Vater aus der erdsalzreichen Gegend von Mittelthüringen stammt, so haben doch alle drei Kinder ziemlich schlechte Zähne. Hier hat also die Vererbung nur eine geringe Rolle gespielt; die schädlichen Einflüsse des weichen Wassers sind ziemlich ungeschmälert zur Geltung gekommen. Bei meinem ältesten Sohne dagegen waren die gleichfalls vorhandenen schädlichen äußern Einflüsse nicht imstande, den übermächtigen Einfluß der Vererbung zu beeinflussen. Die zahnbildenden Gewebe haben vielmehr mit elementarer Gewalt alle dem Körper zugeführten Erdsalze an sich gerissen, um den durch vererbte Anlage bedingten guten Bau der Zähne zu ermöglichen. Würde nun aber mein Sohn sein ganzes Leben lang in kalkarmer Gegend geblieben sein, und würde er später gar noch eine schlechtbezahnte Frau aus solcher Gegend heiraten, dann dürfte voraussichtlich keiner meiner Enkel wieder die guten Zähne seines Großvaters bekommen. Unter Berücksichtigung dieser Umstände habe ich von vornherein nichts anderes erwartet, als daß die Unterschiede in der Bezahnung bei den Musterungspflichtigen um so mehr verwischt sein müßten, je wechselvoller der geologische Bau einer Gegend ist. Diese Voraussetzung ist nun auch in der Tat völlig eingetroffen.

Im Herzogtume Gotha ist der geologische Aufbau der Gegend ziemlich klar und übersichtlich. Die härtesten Wässer finden sich im nördlichsten Teile des Landes, in den Keuperschichten des Unstruttales. Weiter nach Süden hin sind einige Muschelkalkstreifen mit weniger harten Wässern eingelagert. Am Rande des Thüringerwaldes bricht dann das kalkhaltige Gestein plötzlich ab, um völlig kalkarmen Gesteinsarten (Rotliegendes, Porphyr, Granit) Platz zu machen. Infolge der erheblichen räumlichen Entfernung finden im Herzogtume Gotha Heiraten aus kalkarmen Gegenden in kalkreiche oder umgekehrt nicht allzu häufig statt. Und so sehen wir denn (Tab. 16), daß die Unterschiede in der Güte der Gebisse bei den Musterungspflichtigen aus sehr erdsalzreichen und aus erdsalzarmen Gegenden sehr beträchtlich sind.

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen bei Musterungspflichtigen.

Durchschnittliche Gesamthärte der Trinkwässer in den Geburtsorten der Musterungspflichtigen (nach deutschen Härtegraden)	Herkunft der Musterungspflichtigen	Anzahl der Musterungspflichtigen	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne
Einheimische 20jährige Musterungspflichtige des Herzogstums Gotha. Tabelle 16.				
0,8—1,2 Härtegrade: Leitung seit 1873	Eingeborene der Stadt Gotha	110	*9,8*	*33,3* %
Unter 5,0 Härtegraden	Eingeborene Landbevölkerung	116	*9,1*	*31,1* „
Jetzt unter 5,0 Härtegraden (Leitungen) Früher härtere Brunnenwässer (Kalkboden)	„	117	*8,0*	*26,9* „
5,0—24,9 Härtegrade	„	57	*6,3*	*21,5* „
25,0—34,9 „	„	121	*5,0*	*16,9* „
Über 35,0 „	„	135	*4,0*	*13,7* „
Einheimische 20—22jährige Musterungspflichtige des Herzogtums Coburg. Tabelle 17.				
Unter 5,0 Härtegraden	Eingeborene Landbevölkerung	126	*8,8*	*29,6* %
5,0—19,9 Härtegrade	„	73	*8,5*	*28,8* „
20,0—24,9 „	„	102	*8,3*	*27,7* „
25,0—34,9 „	„	199	*6,8*	*22,9* „
Über 35,0 „	„	86	*6,7*	*22,5* „
Polnische, einheimische 20—22jährige Musterungspflichtige des Kreises Samter. Tabelle 18.				
Unter 25,0 Härtegraden	Eingeborene Landbevölkerung	117	*6,1*	*20,7* %
25,0—34,9 Härtegrade	„	127	*5,5*	*18,3* „
Über 35,0 „	„	127	*4,5*	*15,1* „
Deutsche, einheimische 20—22jährige Musterungspflichtige des Kreises Samter. Tabelle 19.				
Unter 25,0 Härtegraden	Eingeborene Landbevölkerung	58	*8,0*	*26,6* %
25,0—34,9 Härtegrade	„	26	*6,2*	*20,7* „
Über 35,0 „	„	29	*5,4*	*17,9* „
Einheimische 20—22jährige Musterungspflichtige des Kreises Schwerin. Tabelle 20.				
Unter 20,0 Härtegraden	Eingeborene	122	*9,5*	*31,8* %
Über 20,0 Härtegrade	„	90	*8,0*	*27,1* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so besser die Zähne!

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen bei Musterungspflichtigen.

Durchschnittliche **Bleibende Härte** der Trinkwässer in den Geburtsorten der Musterungspflichtigen (nach deutschen Härtegraden)	Herkunft der Musterungspflichtigen	Anzahl der Musterungspflichtigen	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne
Einheimische 20—22jährige **Musterungspflichtige** des Landbezirks **Meißen.** (Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen, jüngsten Jahrgange allein.)				
Tabelle 21.				
Unter 10,0 Härtegraden	Eingeborene Landbevölkerung	119	*6,3* (*6,1*)	*21,0*% (*20,3*%)
10,0—10,9 Härtegrade	„	72	*5,9* (*5,3*)	*19,5* „ (*17,7* „)
11,0—14,9 „	„	80	*5,7* (*5,2*)	*19,1* „ (*17,5* „)
Über 15,0 „	„	74	*4,7* (*3,6*)	*15,7* „ (*12,2* „)
Einheimische 20—22jährige **Musterungspflichtige** der Stadt **Nordhausen** und des Kreises **Hohnstein.** (Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen, jüngsten Jahrgange allein.)				
Tabelle 22.				
1,8—4,5 Härtegrade (Leitung)	Eingeborene der Stadt Nordhausen	203	*10,7* (*10,2*)	*36,1*% (*34,7*%)
Unter 10,0 Härtegraden	Eingeborene Landbevölkerung	70	*10,1* (*9,3*)	*33,7* „ (*31,2* „)
10,0—19,9 Härtegrade	„	209	*7,8* (*7,7*)	*26,2* „ (*26,2* „)
20,0—29,9 „	„	224	*6,4* (*6,3*)	*21,6* „ (*21,3* „)
Über 30,0 „	„	130	*6,2* (*5,8*)	*20,7* „ (*19,6* „)
Einheimische 20—22jährige **Musterungspflichtige** aus der Unterherrschaft des Fürstentumes **Schwarzburg-Sondershausen.**				
Tabelle 23.				
Unter 10,0 Härtegraden	Landbevölkerung	186	*5,5*	*18,6*%
9,5 Härtegrade	Stadt Sondershausen	36	*5,5*	*18,6* „
10,0—19,9 „	Landbevölkerung	121	*4,6*	*15,6* „
Über 20,0 „	„	59	*4,5*	*15,5* „
Einheimische 20—22jährige **Musterungspflichtige** des Kreises **Weißensee.** (Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen, jüngsten Jahrgange allein.)				
Tabelle 24.				
Unter 40,0 Härtegraden	Landbevölkerung	93	*5,4* (*4,5*)	*18,1*% (*15,5*%)
Über 40,0 Härtegrade	„	127	*3,2* (*3,1*)	*10,8* „ (*10,8* „)

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so besser die Zähne!

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von Zahnerkrankungen bei Musterungspflichtigen.

	Anzahl der Musterungspflichtigen	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne
20—22jährige sächsische Musterungspflichtige aus der Sächsischen Schweiz.			
Tabelle 25.			
Einheimische Landbevölkerung aus der gleichmäßig kalkarmen Sächsischen Schweiz	444	*12,4*	*41,8* %
Einheimische aus der kalkarmen Stadt Sebnitz	73	*11,7*	*39,4* „
Zugewanderte Sachsen aus kalkreichern und kalkärmern Gegenden des Königreichs . . .	120	*9,7*	*32,7* „
Zugewanderte 20—22jährige sächsische Musterungspflichtige des Landbezirks Meißen.			
(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen,			
Tabelle 26. jüngsten Jahrgange allein.)			
Südsachsen (aus den kalkärmern Gegenden südlich der Bahnlinie Görlitz-Reichenbach gebürtig) .	35	*9,8* (*8,5*)	*32,6* % (*28,3* %)
Nordsachsen (aus den kalkreichern nördlichen Landesteilen gebürtig)	80	*5,8* (*4,9*)	*19,4* „ (*16,6* „)
Einheimische 20—22jährige Musterungspflichtige der Stadt **Nordhausen** (weiches Trinkwasser) im Vergleiche mit den Eingeborenen der Vorstadt **Salza** (hartes Trinkwasser).			
(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen,			
Tabelle 27. jüngsten Jahrgange allein.			
Voll-Nordhäuser	41	*11,5* (*11,2*)	*38,2* % (*37,6* %)
Halb-Städter	162	*10,6* (*10,1*)	*35,5* „ (*34,3* „)
Zugewanderte Landgeborene . .	108	*8,8* (*8,8*)	*29,6* „ (*29,7* „)
Eingeborene der Vorstadt Salza (43,5 ° durchschnittliche Gesamthärte)	43	*5,7* (*5,7*)	*19,1* „ (*19,1* „)
Einheimische 20jährige **Musterungspflichtige** der Stadt **Gotha** (weiches Trinkwasser) im Vergleiche mit den Eingeborenen der Vorstadt **Siebleben**			
Tabelle 28. (hartes Trinkwasser).			
Voll-Gothaer	16	*10,1*	*33,9* %
Halb-Städter	81	*9,8*	*33,3* „
Zugewanderte Landgeborene . .	49	*6,7*	*22,9* „
Eingeborene der Vorstadt Siebleben (48,2° durchschnittliche Gesamthärte)	19	*3,8*	*12,9* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so besser die Zähne!

Den geraden Gegensatz zu der einfachen geologischen Gliederung im Gothaischen bietet das Herzogtum Coburg. Dort finden sich Buntsandstein-Muschelkalk- Keuper- und Juraschichten. Der am meisten verbreitete Keuper aber ist in großer Mannigfaltigkeit, bald als Gipslette, bald als Sandstein ausgebildet. Kurz, im Herzogtume Coburg liegen die Ortschaften mit härtern und weichern Trinkwässern in buntestem Durcheinander übers ganze Land zerstreut. Die ausgedehnte Industrieentwicklung begünstigt außerdem die Wechselheiraten von Ort zu Ort. Infolgedessen sind die Unterschiede in der Tabelle 17 viel kleiner als in Tabelle 16. Immerhin können wir aber auch im Herzogtume Coburg eine ganz regelrechte Reihenfolge im Wechselverhältnis zwischen Trinkwasserhärte und Zahnbeschaffenheit beobachten.

Die Untersuchung bei den Musterungspflichtigen in der Provinz Posen habe ich teils aus rein anthropologischen Gründen durchgeführt, teils aus dem Grunde, um Lührses[1]) Behauptung nachzuprüfen, wonach die Polen aus Rasseeigentümlichkeiten bessere Zähne haben sollten als die Deutschen. In der Tat schien es anfänglich so, als ob Lührse recht hätte. Die Polen hatten tatsächlich bessere Zähne; und dabei waren doch ihre Gesichtsformen im Durchschnitte nicht breiter, und auch die Ernährungsweise war nach den eingezogenen Erkundigungen keine andere als bei den Deutschen der Provinz. Das Rätsel klärte sich erst auf, als nachträglich die Trinkwasseruntersuchungen durchgeführt worden waren. Die ganze Provinz Posen ist von jüngern Eiszeitgeschieben überdeckt, und ohne genaue Untersuchung ist es in den meisten Fällen völlig unmöglich, aus der Bodenbeschaffenheit allein irgend welche Schlüsse auf die Härte der Trinkwässer zu ziehen. Nun gab es in dem fast rein deutschen Kreise Schwerin durchschnittlich 29,8 % erkrankte Zähne, in dem vorwiegend polnischen Kreise Samter dagegen nur 19,7 %. Dafür betrug aber auch umgekehrt die durchschnittliche Wasserhärte im Kreise Schwerin nur 19,3°, im Kreise Samter dagegen 31,7° deutscher Härte. Stellt man die beiden verschiedensprachigen Bevölkerungsschichten im Kreise Samter einander gegenüber, dann haben wiederum die Deutschen im Durchschnitte schlechtere Zähne, nämlich 23,1 %, die Polen aber nur 18,8 %. Auch diese Tatsache erklärt sich leicht; denn in den kalkärmern Dörfern von weniger als 20° Durchschnittshärte wohnen nur 10 % von allen Polen, dagegen nahezu 40 % von allen Deutschen. Der kalkreichste Boden ist in der Regel auch der fruchtbarste. Den besten kalkreichen Weizenboden aber haben im Kreise

[1]) Lührse, Die Verbreitung der Zahncaries bei den verschiedenen Gewerbetreibenden. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde 1899. Heft 6.

Samter auch heute noch die frühern Herren des Landes, die polnischen Großgrundbesitzer, inne. Die deutschen Einwanderer aber hat man in früherer Zeit leider vorzugsweise in den unfruchtbaren Sandwüsten der Wartheniederung angesiedelt. Im übrigen genügt ein Blick auf die Tabelle 18, um sich davon zu überzeugen, daß auch die Polen den wechselnden Einflüssen der verschieden harten Wässer zugänglich sind. Die von Lührse untersuchten polnisch redenden Soldaten hatten nur darum so gute Zähne, weil sie in der Mehrzahl aus sehr kalkreichen Gegenden stammten.

Auch von den Czechen behauptet man, und zwar mit Recht, daß sie durchschnittlich bessere Zähne hätten als die in Böhmen wohnenden Deutschen. Die Czechen bewohnen eben fast ausschließlich die fruchtbaren, kalkreichen Ebenen im Innern des Landes; den eingewanderten Deutschen hat man dagegen die kalkarmen, unfruchtbaren Randgebirge zur Ansiedelung überlassen[1]).

Im Gebiete der Sächsischen Schweiz mit ihren ungemein schlechten Zahnverhältnissen sind fast alle Trinkwässer so gleichmäßig weich, daß keine Gruppenbildung möglich war. Doch haben die zugewanderten Musterungspflichtigen bessere Zähne als die einheimischen (Tabelle 25).

Ganz besonders interessant sind die in den Tabellen 27 und 28 dargestellten Befunde. Die beiden Mittelstädte Nordhausen und Gotha liegen inmitten eines kalkreichen Gebietes, haben aber seit langer Zeit weiches Leitungswasser aus den benachbarten Gebirgen

---

[1]) Die fruchtbare, kalkreiche mittelböhmische Ebene war schon in der jüngern Steinzeit stark besiedelt, während fast die ganze kalkarme südliche Hälfte des Landes und die Randgebirge unbewohnt blieben. Die steinzeitlichen Überreste Böhmens stehen mit denen des Saalegebietes in engstem Zusammenhange, weisen aber nur sehr wenige Berührungspunkte mit den steinzeitlichen Funden aus dem benachbarten Niederösterreich auf. Diese haben vielmehr eine gewisse Verwandtschaft mit den mährischen Funden (Much, die Heimat der Indogermanen, Berlin 1902). Auch im übrigen Europa kehrt regelmäßig die Erscheinung wieder, daß unsere steinzeitlichen Vorfahren beinahe ausschließlich auf dem fruchtbaren, kalkreichen Löss- und Lehmboden ansäßig waren. Dort fand ursprünglich das Wild die beste Äsung, dort wurden die ersten Haustiere gezüchtet und das erste Getreide gebaut. Alle Naturvölker haben einen gewissen instinktiven Widerwillen gegen kalkarme, unfruchtbare Gegenden; nur in der äußersten Not siedeln sie sich dort an. Die herrlichen hellgelben Gebisse unserer steinzeitlichen Vorfahren, die prächtigen Negergebisse Innerafrikas, die Zähne der Gauchos in den Pampas von Argentinien, sie alle sind auf stark kalkhaltigem Boden gewachsen.

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der und Soldaten in

Ortschaft	Durchschnittl. Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Brunnen oder Leitungen	Die Wasserhärte schwankt zwischen	Geologische Formation

Tabelle 29. **Untersuchungen von Zahnarzt *Wibom***

Malung, Eingeborene	2,7 °	4	1,7— 4,5°	Granit u. sonstiges Urgestein
Gemischte Dalarner und sonstige Nordschweden aus kalkarmer Gegend . .	—	—	—	„ „ „ „
Elfdalen, Eingebor.	3,0 „	5	2,2— 3,9„	„ „ „ „
Leksand u. **Rättvik,** Eingeborene . . .	6,9 „	19	2,8—19,0„	Silurkalk, Diluvium üb. Granit

Tabelle 30. **Untersuchungen von Zahnarzt *Wibom***

Vermländer u. sonst. Nordschweden aus kalkarmer Gegend .	—	—	—	Kalkarmes Urgestein
Malung, Eingeborene	2,7 °	4	1,7— 4,5°	„ „
Elfdalen, „	3,0 „	5	2,2— 3,9„	„ „
Gemischte Dalarner	—	—	—	—
Rättvik, Eingeborene	6,5 „	10	2,8—19,0„	Silurkalk, Diluvium üb. Granit
Leksand, „	7,3 „	9	3,0—13,4„	„ „ „ „

Tabelle 31. **Untersuchungen von Dr. med. *C. Röse* (1901)**

Transtrand, Eingeb.	1,7 °	1	1,7 °	Kalkarmes Urgestein
Malung, „	2,7 „	4	1,7— 4,5°	„ „
Mora, „	—	—	—	Halb kalkarmes Urgestein, halb Silurkalk
Rättvik, „	6,5 „	10	2,8—19,0„	Silurkalk, Diluvium üb. Granit
Leksand, „	7,3 „	9	3,0—13,4„	„ „ „ „

(Harz und Thüringerwald). Ich habe nun die Musterungspflichtigen der beiden Städte in drei Gruppen eingeteilt: 1) Zugewanderte Landgeborene, 2) Halbstädter, die in der Stadt geboren sind, während eines von den Eltern oder beide vom Lande stammen, 3) Vollstädter, die samt ihren beiden Eltern in der Stadt geboren sind. Die wenigen aus andern kalkreichern Städten Thüringens zugewanderten Rekruten sind mit in die Abteilung der Landgeborenen eingereiht worden. Es zeigt sich nun, daß die Zugewanderten in beiden Städten wesentlich bessere Zähne haben als die Voll-Nordhäuser und Voll-Gothaer. Die Halbstädter nehmen eine Mittelstellung ein, nähern sich aber schon mehr den Vollstädtern.

Häufigkeit von Zahnerkrankungen bei Schulkindern, Musterungspflichtigen Dalarne (Schweden).

Anzahl der Untersuchten	Anzahl der untersuchten Zähne		Durchschnittszahl der erkrankten Zähne	Durchschnittlicher Prozentsatz der erkrankten Zähne	Anzahl und Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse	Zahnfarbe in %				
	gesunde	erkrankte				hellgelb	weißgelb	weiß	grau	blaugrau
bei 694 *Schulkindern.*										
137	2595	813	*5,9*	*23,8* %	10= *7,3* %	—	0,8	—	99,2	—
110	2101	577	*5,2*	*21,6* „	17=*15,5* „	—	15,5	61,8	22,7	—
278	5568	1302	*4,7*	*19,0* „	38=*13,7* „	2,1	20,9	63,3	13,7	—
169	3857	501	*3,0*	*11,5* „	44=*26,0* „	3,5	82,9	11,2	2,4	—
bei 339 *Musterungspflichtigen.*										
23	548	155	*6,7*	*22,0* %	1= *4,4* %	—	26,1	26,1	39,1	8,7
39	927	217	*5,6*	*19,0* „	3= *7,7* „	—	5,1	2,6	92,3	—
27	672	130	*4,8*	*16,2* „	4=*14,8* „	3,7	29,6	3,7	59,3	3,7
62	1566	272	*4,4*	*14,8* „	8=*12,9* „	—	14,5	3,2	82,3	—
65	1801	133	*2,1*	*6,9* „	28=*43,1* „	1,5	97,0	1,5	—	—
123	3464	201	*1,6*	*5,5* „	54=*43,9* „	13,0	65,0	18,7	3,3	—
bei 170 *Soldaten* des Dalarne-Regimentes.										
19	403	181	*9,5*	*31,0* %	1= *5,2* %	25,5	46,8	19,2	8,5	—
18	434	109	*6,1*	*20,1* „	0= *0* „	22,5	59,5	16,6	2,4	—
44	1133	219	*4,9*	*16,2* „	5=*11,4* „	4,5	34,1	36,4	22,7	2,3
42	1188	85	*2,0*	*6,7* „	14=*33,3* „	—	27,8	50,0	16,7	5,5
47	1327	121	*2,6*	*8,3* „	18=*38,3* „	—	15,8	52,6	31,6	—

Mit Nordhausen hängt die Vorstadt Salza, mit Gotha die Vorstadt Siebleben unmittelbar zusammen. Alle übrigen Lebensverhältnisse sind in den Vorstädten genau dieselben wie in den angrenzenden Städten. Nur die Härte der beiderseitigen Trinkwässer unterscheidet sich sehr beträchtlich. Dementsprechend sehen wir auch, daß es in den beiden Vorstädten erheblich viel bessere Zähne gibt. Mit voller Klarheit tritt uns hier also die Tatsache vor Augen, daß durch den Genuß von weichem Trinkwasser schon nach 1—2 Generationen eine sehr erhebliche Entartung der Zähne eingetreten ist.

Auch bei den Untersuchungen von Soldaten mehrerer Regimenter in Deutschland, Schweden und Dänemark ließ sich der Einfluß der

Erdsalze auf die Güte der Zähne immer wieder nachweisen. Die aus kalkreichern Gegenden stammenden Königsulanen haben bessere Zähne als die aus dem kalkärmern Sachsen stammenden Soldaten in Bautzen. Die Soldaten in der teilweise kalkhaltigen Landschaft Östergötland sind besser bezahnt als ihre Kameraden aus der völlig kalkarmen Landschaft Kronobergslän in Schweden. Auch die schon anderweitig veröffentlichten Tabellen über die Zahnverhältnisse in der schwedischen Landschaft Dalarne füge ich nur der Vollständigkeit wegen an dieser Stelle nochmals bei.

Ich hoffe, daß die Leser aus dem vorstehenden überreichen Untersuchungsmateriale die Überzeugung geschöpft haben werden, daß in der Tat sehr enge Beziehungen zwischen der Erkrankungshäufigkeit des Gebisses und dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers bestehen. Es fragt sich nun, welcher Art sind diese Beziehungen? Es gibt von vornherein nur zwei Möglichkeiten, um diese auffällige Tatsache zu erklären. Entweder sind die Zähne in den erdsalzreichen Gegenden fester gebaut, so daß sie den Angriffen der Mundsäuren besser widerstehen können, oder die Mundflüssigkeit hat in diesen Gegenden eine gesündere Beschaffenheit, sodaß sie die Zähne besser zu schützen vermag. In Wirklichkeit spielen beide Erklärungsmöglichkeiten eine Rolle.

Im Jahre 1895 hat Black[1]) in einer sehr fleißigen Arbeit den Nachweis zu führen gesucht, daß es überhaupt keine gutgebauten oder schlechtgebauten Zähne gäbe; die Ursache für die verschieden hohe Erkrankungshäufigkeit der Zähne liege vielmehr in der verschiedenen Beschaffenheit des Speichels und des Blutes. Nach Black soll die Zahncaries ganz ebenso wie die Gicht, auf einer wirklichen Dyskrasie, also auf einer mangelhaften Blutmischung beruhen, über deren Wesen Black freilich nichts anzugeben weiß. Schon im Jahre 1896 habe ich Gelegenheit genommen, darauf aufmerksam zu machen, daß Blacks Untersuchungen nicht beweiskräftig sind, und daß sie jeder klinischen Erfahrung widersprechen. Möglicherweise ist in den amerikanischen Städten mit ihrer aus allen Teilen der Welt zusammengeströmten und gemischten Bevölkerung der verschiedenartige Bau der Zähne mehr ausgeglichen, sodaß Black Untersuchungsmaterial in Händen gehabt hat, das tatsächlich keine nennenswerten Unterschiede aufwies. Bei uns in Deutschland aber kann man fast täglich die Beobachtung machen,

[1]) Black. An investigation of the physical charakters of the human teeth in relation to their diseases, and to practical operation, together with the physical charakters of filling-materials. Dental Cosmos 1895.

daß es Zähne gibt, deren Schmelz auch den besten Bohrer rasch zu Grunde richtet, während im Schmelze eines andern Zahnes der Bohrer spielend leicht weitergleitet, wie wenn er in einem Kreidestücke arbeitete. Solche schon grob mechanisch nachweisbaren Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit des Schmelzes sollten uns doch zu ernstem Nachdenken anregen. Nun hat sich aber Black gar nicht mit der chemischen Untersuchung des Schmelzes befaßt, sondern er hat von jedem Zahne eine Scheibe Zahnbein in der Höhe des Zahnhalses verascht. Der Kalkgehalt dieser Zahnbeinscheiben wechselt nur zwischen 61,08—65,57 Prozent. Die Zahnbeinscheiben von 165 erkrankten Zähnen hatten fast genau den gleichen Kalkgehalt und dasselbe spezifische Gewicht, wie die Scheiben von 103 gesunden Zähnen. Auch die Zahnbeinanalysen der als „gut", „mittel", oder „schlecht" bezeichneten Zähne ergeben keine greifbaren Unterschiede. Aus diesen einseitigen Untersuchungsergebnissen zieht Black dann den Schluß, daß die Zähne als solche alle gleich gut gebaut seien!

Demgegenüber möchte ich zunächst eindringlich betonen, daß die Widerstandsfähigkeit der menschlichen Zähne gegen Caries ausschließlich auf der Struktur des Schmelzes beruht. Einzig und allein das Schmelzgewebe ist von Natur aus dazu bestimmt, den Zahn gegen Caries zu schützen. Alle zukünftigen Untersuchungen, die darauf hinauslaufen, die Zähne auf ihre wechselnde Widerstandsfähigkeit gegenüber den Einwirkungen der Mundsäure zu prüfen, werden sich in erster Linie mit der Beschaffenheit des Schmelzes befassen müssen. Schon die tägliche klinische Erfahrung lehrt uns, daß die Widerstandsfähigkeit des Zahnbeins gegen Zahnkaries tatsächlich nur in geringen Grenzen schwankt. Wir sehen oft genug, daß im Schmelze nur ein winzig kleines Loch vorhanden, im Zahnbeine aber der Erkrankungsherd bereits bis zum Zahnmarke (Pulpa) hin vorgedrungen ist. Auch Miller hat bei seinen Untersuchungen festgestellt, daß das Zahnbein verschieden gut gebauter Zähne gegenüber den Angriffen der Mundsäuren keine verschiedene Widerstandsfähigkeit zeigt, wohl aber der Schmelz!

Selbst wenn es sich nun bei zukünftigen chemischen Untersuchungen herausstellen sollte, daß auch der Schmelz verschieden gut gebauter Zähne keine nennenswerten Unterschiede in seinem Calciumgehalte zeigte, so wäre damit allein immerhin noch gar nichts bewiesen. Es kommt vielmehr darauf an, in welcher Form und Verbindung dieses Calcium im Zahne abgelagert ist. Ein jeder Forscher, der Gelegenheit gehabt hat, eine größere Anzahl von Schliffen menschlicher Zähne zu durchmustern, wird bald zu der Überzeugung gekommen sein, daß Zähne mit völlig fehlerfreiem mikros-

kopischen Aufbaue des Schmelzes beim Kulturmenschen recht selten sind. In sehr treffender Weise hat Walkhoff[1]) schon 1895 diese Verhältnisse geschildert, und ich kann auf Grund meiner eigenen langjährigen Erfahrungen diese Darlegungen Walkhoffs nur durchaus bestätigen. Ein Stück poröser Würfelzucker wird rascher im Wasser aufgelöst als ein gleich großes Stück kristallisierter Kandiszucker. Die geringere oder größere Widerstandsfähigkeit der Zähne gegen Karies beruht in erster Linie auf dem mehr oder weniger mangelhaften mikroskopischen Aufbaue des Schmelzgewebes. Ich möchte an dieser Stelle auf Einzelheiten nicht näher eingehen, da ich die Frage später in einer besondern Arbeit zu behandeln gedenke.

Gut oder schlecht gebaute Zähne zeigen dem kundigen Auge ihre innere Struktur schon durch ihre äußere Färbung an. Der härteste und widerstandsfähigste Schmelz hat ein spiegelglattes Aussehen und eine schöne hellgelbe oder weißgelbe Farbe, schlecht gebaute Zähne haben ein mattes Aussehen und graue oder gar bläulichgraue Zahnfarbe. In der Mitte stehen die zahlreichen Mischfarben, die nicht mehr weißgelb, aber auch noch nicht ausgesprochen grau sind. Ich habe sie in meiner Statistik unter dem Sammelbegriffe „weiß" vereinigt. In manchen kalkarmen Gegenden, wie z. B. in Schweden kommt häufiger eine Zahnfarbe vor, die man eigentlich als graugelb bezeichnen müßte. Es handelt sich dabei nicht um das schöne glänzende Hellgelb, sondern um eine schmutzig graugelbe Farbe, die bald einen rötlichen, bald einen schwefelgelben Anflug hat. Diese graugelben Zähne habe ich unter die grauen eingereiht.

Es ist nun eine ganz regelmäßige, immer wiederkehrende Erscheinung, daß in den erdsalzreichen Gegenden die hellgelben und weißgelben, in den erdsalzarmen Landstrichen aber die grauen Zähne überwiegen. Aus der Tabelle 13 läßt sich mit aller Deutlichkeit ersehen, daß Schritt für Schritt mit der Zunahme der Wasserhärte auch die weißgelben Zahnfarben zunehmen, während die grauen sich im gleichen Grade vermindern. Betrachtet man hellgelbe Zähne mit der Lupe, so ist ihre Oberfläche in der Regel spiegelglatt. Bei den schlechtgebauten grauen und graublauen Zähnen dagegen kann man schon oberflächlich zahlreiche kleine Unebenheiten und napfförmige Vertiefungen erkennen. Mitunter erinnert die Oberfläche eines solchen Zahnes geradezu an das Aussehen einer

---

[1]) Walkhoff, Über das Wesen und die Entstehung von Entwicklungsfehlern in der Struktur menschlicher Zähne und ihre Bedeutung für das spätere Leben. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1895.

Honigwabe. In den kleinen Vertiefungen können sich Speisereste besonders leicht festsetzen. Aber auch dem grünen Belage bieten diese kleinen Grübchen vorzügliche Schlupfwinkel. Und so kommt es, daß man bei gutgebauten hellgelben Zähnen fast niemals, bei graublauen aber fast immer ausgedehnten grünen Belag antrifft. Verschiedene Zahnärzte haben den grünen Belag als einen Beförderer der Zahnkaries ansehen wollen, aber ganz mit Unrecht. Zahnkaries und grüner Belag sind vielmehr beide nur Folgeerscheinungen einer und derselben Ursache, nämlich des mangelhaften Baues der Schmelzoberfläche.

Schon im Jahre 1893 habe ich ganz in derselben Art wie neuerdings Miller[1]), einige Versuche angestellt, um zu erforschen, ob gelbe Zähne gegenüber den Angriffen der Mundspaltpilze widerstandsfähiger seien als graue. Zu dem Zwecke sind die Zähne bis auf kleine ausgesparte Fensterchen ringsherum mit Wachs überzogen und $3^1/_2$ Monate lang bei Bluttemperatur in einem Brot-Speichelgemische aufbewahrt worden. Danach zeigte es sich, daß der Schmelz eines gelben Zahnes nur sehr wenig, der eines grauen Zahnes dagegen erheblich tiefer ausgefressen war. Schon seit längerer Zeit sammele ich Untersuchungsmaterial, um diese Untersuchungen fortsetzen zu können. Es soll dabei von zwei entsprechenden Gegenzähnen immer der eine zur chemischen Analyse, der andere zur mikroskopischen Untersuchung verwendet werden, während bei weitern Zähnen derselben Person ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe der Mundbakterien geprüft werden soll. Leider ist es nicht ganz leicht, geeignetes Untersuchungsmaterial von gesunden gelben Zähnen einerseits und von gesunden graublauen andererseits zu beschaffen. Ich zweifle schon heute nicht mehr daran, daß diese geplanten Untersuchungen den ganz einwandfreien Beweis dafür bringen werden, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den nach klinischen Begriffen gutgebauten oder schlechtgebauten Zähnen vorhanden sind. Indessen würde damit das Rätsel der Zahnkaries noch keineswegs vollkommen gelöst sein.

Wohl jeder Zahnarzt hat schon Fälle beobachtet, in denen bei einer und derselben Person die Zahnverderbnis bald rascher, bald langsamer fortschreitet. Vor allen Dingen steht es fest, daß bei Frauen während der Schwangerschaft die Zahnkaries in der Regel schnellere Fortschritte macht. Man hat nun gemeint, daß der wachsende Foetus dem Körper der Mutter so viele Kalksalze ent-

[1]) Miller, Weitere Studien über die Frage der relativen Immunität gegen Zahnkaries. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, Juli 1905

zöge, daß schließlich auch die mütterlichen Zähne entkalkt würden und dann rascher zu grunde gingen. Das ist jedoch völlig undenkbar, denn der Schmelz, auf den es doch vor allen Dingen ankommt, kann durch solche vermuteten Stoffwechselvorgänge im mütterlichen Körper nur sehr wenig beeinflußt werden.

Schon die einfache Logik der Tatsachen zwingt uns also zu der Annahme, daß hin und wieder auch krankhafte Stoffwechselvorgänge in der Umgebung der Zähne, vor allem also im Speichel, das Fortschreiten der Zahnkaries begünstigen können, wie das Black seinerzeit schon sehr richtig vermutet hat.

3. Erdsalzarmut und Speichelbeschaffenheit.

Über diesen Abschnitt meiner Untersuchungen habe ich bereits in einem frühern Aufsatze[1]) ausführlicher berichtet. Darum kann ich mich an dieser Stelle darauf beschränken, einen kurzen Auszug aus jener Arbeit zum Abdrucke zu bringen. Ebenso wie andere Körperteile, so können auch die Speicheldrüsen des Menschen der Kultur-Entartung verfallen, und zwar zeigt sich diese Entartung teils in einer verminderten Alkaleszenz, teils in geringerer Menge des Speichels. Völlig gesunder menschlicher Speichel ist nie sauer oder neutral, sondern stets alkalisch. Die Alkaleszenz in 100 ccm Speichel soll mindestens 15 ccm $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge entsprechen. Gesunder Speichel von hoher Alkaleszenz hat einen ausgeprägten Geruch, der an Edelkastanienblüten erinnert. Daß dieser Geruch für gewöhnlich nicht wahrgenommen wird, beruht darauf, daß Speichel sich nie in größerer Menge im Munde ansammelt, sondern immer wieder rasch verschluckt wird. Die Alkaleszenz des Speichels beruht wahrscheinlich nur zum geringsten Teile auf der Anwesenheit von anorganischen Alkalien; in der Hauptsache ist sie durch **organische,** stickstoffhaltige Basen bedingt. Stark alkalischer Speichel ist jedoch in der Regel etwas ärmer an Kali und reicher an Natron als krankhaft veränderter Speichel. Die Zahnverderbnis steht nun in innigen Beziehungen zur Anwesenheit von entarteten Speicheldrüsen mit schwach alkalischem Speichel. Stark alkalischer Speichel ist das beste Schutzmittel gegen Zahnverderbnis. Genau im gleichen Grade, wie die Speichelalkaleszenz abnimmt, nimmt die Häufigkeit der Zahnerkrankungen zu.

Ebenso wie die Entartung der Zähne, so wird aber auch die Entartung der Speicheldrüsen durch kalkarme Lebensweise lebhaft befördert.

[1]) Röse, Zahnverderbnis und Speichelbeschaffenheit. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1905.

Professor Michel[1]) hatte die Behauptung aufgestellt, daß der Speichel in kalkreichen Gegenden ebenfalls bedeutend kalkreicher sei als in kalkarmen Gegenden. Gerade der höhere Kalkgehalt des Speichels spiele eine wesentliche Rolle für die Gesunderhaltung der Zähne. Um Michels Angaben nachzuprüfen, habe ich bei 206 12—14jährigen Schulkindern in 12 deutschen und schwedischen Orten Speichelproben entnommen, und zwar wurden stets sämtliche Kinder der betreffenden Schule zu den Untersuchungen herangezogen. Die Speichelentnahme fand stets zur gleichen Tageszeit, nämlich im Laufe des Vormittags zwischen 8—10 Uhr statt. Jedes Kind mußte genau 45 Minuten lang auf Watte kauen und seinen Speichel in weithalsigen, mit Gummistopfen versehenen Glasgefäßen sammeln. Da beim Faulen des Speichels seine Alkaleszenz nicht unwesentlich steigt, so mußte die Alkaleszenzbestimmung sofort nach der Untersuchung an Ort und Stelle vorgenommen werden. In einigen Orten ist der Speichel jedes einzelnen Kindes auf seinen Aschengehalt hin untersucht, in anderen Orten dagegen sind Durchschnittsanalysen angefertigt worden. Von sämtlichen Aschenbestandteilen läßt das Natron die weitesten Schwankungen erkennen; alle übrigen Salze schwanken in viel geringern Grenzen.

In Tabelle 32 habe ich die von mir untersuchten 9 deutschen Ortschaften nach ihrer Trinkwasserhärte in mehrere Gruppen eingeteilt, und da zeigte es sich, daß der durchschnittliche Kalkgehalt des Speichels selbst nur in geringen Grenzen schwankt. Im Gegensatze zu der Annahme Michels ist bei meinen Untersuchungen der Kalkgehalt des Speichels (Ca O) in kalkarmen Gegenden nicht geringer, sondern zufälligerweise sogar ein klein wenig höher als in kalkreichen Gegenden. Von den übrigen Aschenbestandteilen der Tabelle 32 läßt nur der Natrongehalt geringe Beziehungen zur Trinkwasserhärte erkennen. Im kalkarmen Nordhausen ist der Natrongehalt Na_2O beinahe um $^1/_3$ geringer als im kalkreichen Frankenhausen. Bei den 3 Gruppen von Dörfern mit verschiedener Wasserhärte tritt der Unterschied nicht so klar zutage, weil in der kalkreichsten Gruppe auch das Dorf Steigerthal mit seinen besonders eigenartigen Wasserverhältnissen (siehe oben) mit aufgezählt worden ist. Im Gegensatze zu den geringen Unterschieden in der Speichelasche läßt nun aber Tabelle 32 einen geradezu auffälligen Einfluß des Trinkwassers auf die **Menge** und **Alkaleszenz** des Speichels erkennen. Am schlagendsten sind die Unterschiede in den beiden

[1]) Michel, Der Speichel als natürlicher Schutz gegen Karies. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1901.

nahe beieinander gelegenen Städten Frankenhausen und Nordhausen. Rassen- und Lebensverhältnisse sind in beiden Städten vollständig gleich. Beide liegen auf kalkhaltigem Boden. Nordhausen hat aber seit mehr als einem Menschenalter weiches Leitungswasser, während es in Frankenhausen bis vor kurzer Zeit nur Pumpbrunnen mit sehr harten Trinkwässern gab. Dementsprechend ist in Nordhausen die Alkaleszenz des vorhandenen Speichels nur halb so stark, die Zahnverderbnis dagegen mehr als doppelt so groß wie in Frankenhausen. Die Unterschiede in der Speichelbeschaffenheit zwischen kalkarmen und kalkreichen Gegenden sind so schlagend, daß sie mir bereits während

Die Beziehungen zwischen dem Kalkgehalte des Trinkwassers, der Höhe
Tabelle 32. **Kindern in neun deutschen**

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer	Anzahl der untersuchten Kinder	Durchschnittszahl der erkrankten Zähne
			A.
Wasserthaleben Knaben. . .	47,0 °	5	1,2
Wasserthaleben Mädchen . .	47,0 „	6	2,0
Clingen 9. 3. 1904.	39,9 „	12	1,1
Clingen 10. 3. 1904	39,9 „	12	1,1
Steigerthal	57,5 „	9	4,0
Durchschnitt:	***harte*** Trinkwässer	44	**1,8**
Grumbach b. Wilsdruff . . .	13,8 °	13	5,8
Weistropp	23,6 „	11	2,5
Durchschnitt:	***mittelharte*** Trinkwässer	24	**4,8**
Jonsdorf	1,2 °	11	9,9
Reinhardtsdorf	1,9 „	12	10,1
Durchschnitt:	***weiche*** Trinkwässer	23	**10,0**
			B. Städte
Frankenhausen	früher: 54,8 ° seit kurzem: 10,6 „ } ***hartes*** Trinkwasser	20	**8,6**
Nordhausen	3,2 „ } ***weiches*** Trinkwasser	42	**7,8**

Man beachte: In den Ortschaften mit hartem Trinkwasser und guten größer als in Ortschaften mit weicherem Trinkwasser.

der Speichelentnahme an Ort und Stelle selbst aufgefallen sind. Nur in den kalkreichsten Dörfern gab es Kinder, deren Speichelmenge in $^3/_4$ Stunden 100 ccm überstieg.

In Tabelle 33 sind alle 12 untersuchten Ortschaften umgekehrt nach der Höhe ihrer Speichelalkaleszenz in 3 Gruppen eingeteilt worden. Im gleichen Schritte mit der durchschnittlichen Alkaleszenz sinkt auch die durchschnittliche Trinkwasserhärte. Vergleicht man die auf gleiche Speichelmengen von 100 ccm berechneten Aschenbestandteile, so zeigt es sich, daß zwischen der Alkaleszenz einerseits und dem Gehalte des Speichels an Kalk, Magnesia, Phosphor-

der Zahnerkrankung und der Beschaffenheit des Speichels bei 13jährigen Dörfern und Städten.

Durchschnittliche Menge des in 45 Min. abgeschiedenen Speichels in ccm	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl		Aschenbestandteile von 100 ccm Speichel in mg					
	vom vorhandenen Speichel	von 100 ccm Speichel	Gesamtasche	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Dörfer.								
60,2	11,8	19,6	258,2	38,0	9,5	0,8	verunglückt	
55,5	10,2	18,4						
64,7	12,3	17,6	260,1	29,3	10,4	—	82,4	41,7
66,8	12,0	16,2	248,9	31,9	11,8	1,1	84,4	36,5
51,1	7,2	13,3	259,1	33,7	13,2	0,5	103,1	26,3
60,7	***10,8***	***16,7***	**256,4**	**33,1**	**11,1**	**0,8**	**88,8**	**35,6**
59,0	10,2	17,3	—	—	—	—	—	—
57,6	9,0	15,6	247,4	34,2	7,4	0,7	90,0	38,3
58,3	***9,7***	***16.5***	**247,4**	**34,2**	**7,4**	**0,7**	**90.0**	**38,8**
43,0	5,5	12,0	256,6	33,8	12,7	0,6	91,5	38,3
44,9	4,9	9,9	264,9	38,4	16,7	0,7	99,5	33,1
44,0	***5,2***	***10,9***	**260,9**	**36,2**	**14,8**	**0,7**	**95,7**	**35,6**
über 6000 Einwohner.								
53,0	***8,0***	***15,1***	**261,2**	**33,8**	**8,7**	**0,7**	**96,5**	**42,8**
38,6	***4,5***	***11,6***	**256,5**	**35,9**	**9,8**	**0,9**	**92,1**	**30,8**

Zähnen ist die durchschnittliche Menge und Alkaleszenz des Speichels

säure, Chlor, Eisen und Kieselsäure anderseits keine Beziehungen bestehen. Diese Aschenbestandteile schwanken in den 3 Ortsgruppen ganz unregelmäßig und nur in geringen Grenzen auf und ab. Dagegen besteht ein ganz regelmäßiger enger Zusammenhang zwischen der Alkaleszenz des Speichels und seinem Gehalte an Kali, Natron und Schwefelsäure. In den Ortschaften mit höherer Speichelalkaleszenz ist der Speichel ärmer an Kali, aber reicher an Natron und Schwefelsäure. Die bedeutende Steigerung der Schwefelsäure in der Asche stark alkalischer Speichel beruht auf ihrem größeren Gehalte an organischen Basen.

Ebenso wie der Bau der Zahngewebe, so wird auch die mehr oder weniger gute Beschaffenheit der Speicheldrüsen in erster Linie

Durchschnittsanalysen des Speichels von 12—14jährigen Schul-
(Bei den Vollanalysen ist der Speichel vor dem Veraschen zur Bestimmung
Tabelle 33. Soda versetzt

Ortschaft	Anzahl der untersuchten Kinder	In 45 Minuten wurden ausgeschieden: Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl	Menge des Speichels in ccm	Asche in: Gesamtasche	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl	Fe_2O_3	CaO
1. Ortschaften mit einer durchschnittlichen Alkaleszenz des in										
Clingen 9. 3. 1904	12	12,3	64,7	171,7	—	18,6	—	—	—	6,6
Clingen 10. 3. 1904	12	12,0	66,8	169,2	—	20,4	—	—	—	7,6
Wasserthaleben	11	10,9	57,6	148,8	1,0	21,9	10,3	26,7	0,1	5,5
Durchschnitt:		*11,7*	63,1	163,2	1,0	20,3	10,3	26,7	0,1	6,6
2. Ortschaften mit einer durchschnittlichen Alkaleszenz des in										
Weistropp	11	9,0	57,6	142,5	2,9	19,7	12,1	20,1	0,1	4,2
Frankenhausen	20	8,0	53,0	137,8	1,0	17,9	3,9	25,5	0,1	4,6
Steigerthal	9	7,2	51,1	132,9	—	16.9	—	—	—	6,7
Rättvik	8	5,9	51,0	111,7	0,7	17,6	—	—	—	4,1
Jonsdorf	11	5,5	43,0	107,4	—	14,0	—	—	—	5,1
Durchschnitt:		*7,1*	51,1	126,5	1,5	17,2	8,0	22,8	0,1	4.9
3. Ortschaften mit einer durchschnittlichen Alkaleszenz des in										
Reinhardtsdorf	12	4,9	44,9	116,2	—	16,8	—	—	—	6,6
Visby	24	4,9	51,5	110,3	0,3	17,9	2,9	28,6	0,1	4,5
Nordhausen	42	4,5	38,6	99,2	1,3	13,9	3,9	20,0	0,1	3,8
Slite Mai 1904	12	3,4?	44,7	104,1	—	14,2	—	—	—	4,4
Slite September 1904	10	3,9	46,2	115,0	0,4	16,4	3,9	22,0	0,2	4,0
Öja	12	3,1?	41,3	97,3	0,9	13,5	3,5	20,7	0,1	3,4
Durchschnitt:		*4,5*	44,5	107,1	0,7	15,5	3,6	22,8	0,1	4,5
Gesamtdurchschnitt:	206	7,4	50,9	126,0	1,1	17,1	5,8	23,4	0,1	5,1

durch Vererbungseinflüsse bedingt. In der Stadt Nordhausen z. B. schwankt die Speichelalkaleszenz zwischen 3,9 bis 17,4 ccm $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge, obwohl sämtliche 42 untersuchten Kinder in Nordhausen selbst geboren sind und das gleiche, weiche Trinkwasser genossen haben. Die Eltern von vielen Nordhäuser Kindern stammen aber aus der Umgegend vom Lande und haben in ihrer Jugend harte Trinkwässer zur Verfügung gehabt. Ihre Speicheldrüsen sind gut entwickelt, und der gute Bau dieser Drüsen ist trotz des weichen Nordhäuser Leitungswassers teilweise auf die Kinder vererbt worden. Erst im Laufe von mehreren Geschlechterfolgen entarten die Drüsen vollständig.

kindern aus 12 deutschen und schwedischen Ortschaften.
von SO_3 und P_2O_5 mit Soda-Salpeter und zur Bestimmung von Cl mit worden.)

schieden			100 ccm Speichel enthielten											Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer
mg				Asche in mg										
MgO	K_2O	Na_2O	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl	Gesamtasche	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	
45 Minuten ausgeschiedenen Speichels von mehr als 10 ccm $\frac{n}{10}$ HCl.														
—	53,6	28,8	17,6	260,1	—	29.3	—	—	—	10,4	—	82,4	41,7	39,9°
0,5	56,9	26,2	16,2	248,9	—	31,9	—	—	—	11,8	1,1	84,4	36,5	
0,5	verunglückt		18,9	258,2	1,7	38,0	18,0	46,2	0,2	9,5	0,8	verunglückt		47,0°
0,5	55,3	27,5	*17,6*	255,7	1,7	33,1	*18,0*	46,2	0,2	10,6	1,0	*83,4*	*39,1*	*44,0°*
45 Minuten ausgeschiedenen Speichels von 5—10 ccm $\frac{n}{10}$ HCl.														
0,4	51,8	22,0	15,6	247,4	5.1	34,2	20,9	34,8	0,2	7,4	0,7	90,0	38,3	23,6°
0,4	50,9	22,6	15,1	261,2	2,0	33,8	7,5	48,3	0,2	8,7	0,7	96,5	42,8	32,7°
0,2	52,4	14,0	13,3	259,1	—	33,7	—	—	—	13,2	0,5	103,1	26,3	57,5°
0,3	45,7	10,8	11,5	218,6	1,1	34,5	—	—	0,2	8,1	0,6	89,5	21,1	6,5°
0,2	38,7	15,0	12,0	256.6	—	33,8	—	—	—	12,7	0,6	91,5	38,3	1,2°
0,3	47,9	16,9	*13,5*	248,6	2,7	34,0	*14,2*	41,6	0,2	10,0	0,6	*94,1*	*33,4*	*24,3°*
45 Minuten ausgeschiedenen Speichels von weniger als 5 ccm $\frac{n}{10}$ HCl.														
0,3	43,3	14,3	9,9	264,9	—	38,4	—	—	—	16,7	0,7	99,5	33,1	1.9°
0,4	verunglückt		9,5	214,2	0,5	34,7	5,7	55,5	0,2	8,7	0,7	verunglückt		13,6°
0,3	35,6	11,9	11,6	256,5	3,3	35,9	10,1	51,7	0,3	9,8	0,9	92,1	30,8	3,2°
0,3	42,0	13,0	7,6?	232,6	—	33,0	—	—	—	10,1	0,6	93,7	29,4	14,5°
0,5	53,6	9,6	8,4	248,8	0,8	35,6	8,4	47,7	0,4	8,6	1,0	116,0	20,8	
0,3	37,6	11,4	7,4?	235,7	2,2	32,8	8,6	50,1	0,2	8,3	0,7	91,1	27,7	26,9°
0,3	42,4	12,0	*9,1*	242,1	1,7	35,1	*8,2*	51,3	0,3	10,4	0,8	*93,5*	*28,4*	*12,0°*
0,3	46,8	16,6	13,3	247,3	2,1	34,3	11,3	47,8	0,2	10,3	0,7	94,1	32,2	

Der günstige Einfluß erdsalzreicher Ernährung auf die Wirksamkeit der Speicheldrüsen ist selbstverständlich im jugendlichen Alter, während der Entwicklung der Körpergewebe, weit größer als bei erwachsenen Leuten. Immerhin war es von großer Wichtigkeit, einmal durch eingehende Versuche festzustellen, ob sich auch noch bei Erwachsenen die Speichelbeschaffenheit durch kalkreiche Lebensweise günstig beeinflussen ließe. Zu dem Zwecke habe ich bei mir selbst und bei vier weitern Versuchspersonen sechs Monate lang Ernährungsversuche mit kalkärmerer und kalkreicherer Nahrung durchgeführt. Die fünf Versuchspersonen stammten aus Gegenden mit den verschiedenartigsten Lebensverhältnissen, aus Thüringen,

Tabelle 34. **Der Einfluß erdsalzreicher Ernährung auf** Nach den Ernährungsversuchen bei 5 Versuchs-

Versuchstag	1. Dr. C. Röse			2. Ragnar Berg			3. Frau
	Menge des in 45 Minuten abgeschiedenen Speichels in ccm	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl: vom vorhandenen Speichel	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl: von 100 ccm Speichel	Menge des in 45 Minuten abgeschiedenen Speichels in ccm	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl: vom vorhandenen Speichel	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl: von 100 ccm Speichel	Menge des in 45 Minuten abgeschiedenen Speichels in ccm
I. Kalkarme Ernährungsweise (weiches Bühlauer Wasser, weißes Brot,							
21. II.	92,0	15,5	16,8	49,0	5,0	10,2	33,0
22. „	71,0	11,5	16,2	53,0	6,0	11,3	39,0
6. III.	73,5	9,0	12,2	58,0	6,2	10,7	32,0
7. „	75,5	10,0	13,2	38,0	4,3	11,3	34,0
6. IV.	75,5	11,5	15,2	55,0	7,5	13,6	31,0
7. „	65,0	9,0	13,9	53,0	7,2	13,6	35,0
8. „	71,0	12,0	16,9	54,0	8,0	14,8	33,0
Durchschnitt:	**74,8**	11,2	**14,9**	**51,4**	6,3	**12,2**	**33,9**
II. Kalkreiche Ernährungsweise (hartes Coschützer Wasser, dunkles							
13. VI.	77,0	14,5	18,8	42,0	6,2	14,8	33,0
15. „	91,0	17,0	18,7	44,0	7,0	15,9	28,0
Durchschnitt:	**84,0**	15,8	**18,8**	**43,0**	6,6	**15,4**	**30,5**
III. Kalkreiche Ernährungsweise (wie in Nr. II, dazu täglicher Genuß							
5. VII.	86,0	14,5	16,9	43,5	6,0	13,8	47,0
6. „	86,0	14,5	16,9	43,0	6,0	14,0	36,0
22. „	112,0	23,0	20,5	50,0	8,0	16,0	43,0
23. „	107,0	21,5	20,0	51,0	8,2	16,1	42,0
1. VIII.	108,0	24,0	22,2	49,0	7,5	15,3	43,0
2. „	98,0	20,0	20,4	57,0	10,0	17,5	44,0
Durchschnitt:	**99,5**	19,6	**19,5**	**48,9**	7,6	**15,5**	**42,5**

Göteborg in Schweden, Hannover, Rheinland und Böhmen. Wir alle hatten seit mehr als zwei Jahren in Plauen bei Dresden mit seinem ziemlich weichen Trinkwasser von etwa 9,0 Härtegraden gelebt. Drei Versuchspersonen genießen überhaupt keinen Alkohol. Zwei trinken nur ab und zu einmal geistige Getränke in sehr mäßigen Mengen. Die Versuche haben am 28. Januar 1904 begonnen und sind bis zum 2. August 1904 fortgesetzt worden. Um uns selbst an eine gleichmäßige Art des Speichelsammelns zu gewöhnen, und um dem Analytiker Gelegenheit zur Einarbeitung in die Technik der Speichelanalyse zu geben, haben wir zunächst fünf Tage lang zur Probe Speichel gesammelt. Bei der Gelegenheit konnte

die Beschaffenheit des Speichels.
personen vom 28. Januar bis 2. August 1904.

Else Röse		4. Frau Ella Berg			5. Marie Pieschl		
Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl		Menge des in 45 Minuten abgeschiedenen Speichels in ccm	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl		Menge des in 45 Minuten abgeschiedenen Speichels in ccm	Alkaleszenz in ccm $\frac{n}{10}$ HCl	
vom vorhandenen Speichel	von 100 ccm Speichel		vom vorhandenen Speichel	von 100 ccm Speichel		vom vorhandenen Speichel	von 100 ccm Speichel
mehr Fleisch, weniger Gemüse und Früchte, sehr wenig Milch und Eier).							
3,5	10,6	45,0	3,8	8,5	74,0	7,0	9,5
3,9	10,0	50,0	4,7	9,4	50,0	3,8	7,6
2,5	7,8	48,0	3,5	7,3	61,0	4,5	7,4
3,3	9,7	48,0	4,4	9,2	57,0	5,0	8,8
3,0	9,7	52,0	6,2	11,9	56,0	5,5	9,8
3,5	10,0	41,0	5,0	12,2	62,0	6,2	10,0
3,4	10,3	44,0	5,0	11,4	42,0	4,0	9,5
3,3	**9,7**	**46,9**	4,7	**10,0**	**57,4**	5,1	**8,9**
Brot, weniger Fleisch, mehr Gemüse und Früchte, viel Milch und Eier).							
3,8	11,5	49,0	5,5	11,2	70,0	7,5	10,7
3,2	11,4	47,0	5,3	11,3	55,0	6,0	10,9
3,5	**11,5**	**48,0**	5,4	**11,3**	**62,5**	6,8	**10,8**
von mindestens 1 Liter alkalisch-erdigen Mineralwassers).							
5,0	10,6	45,0	4,5	10,0	62,0	6,0	9,7
4,0	11,1	54,0	6,5	12,0	58,0	5,5	9,5
4,0	9,3	50,0	5,5	11,0	66,0	7,0	10,6
4,8	11,4	52,0	6,5	12,5	61,0	6,8	11,1
5,5	12,8	49,0	6,0	12,3	81,0	9,6	11,9
4,0	9,1	54,0	7,0	12,9	74,0	8,4	11,4
4,6	**10,7**	**50,7**	6,0	**11,8**	**67,0**	7,2	**10,7**

Der Einfluß erdsalzreicher Ernährung auf die Beschaffenheit des Speichels.

Tabelle 35. Durchschnitt der Ernährungsversuche von Tabelle 34 bei 5 Versuchspersonen vom 28. Januar bis 2. August 1904.

Ernährungsweise	Menge des in 45 Min. abgeschiedenen Speichels in ccm	Alkaleszenz ausgedrückt in ccm $\frac{n}{10}$ HCl	
		vom vorhandenen Speichel	von 100 ccm Speichel
I. Kalkarm . . .	*52,9*	*6,12*	*11,14*
II. Kalkreich ohne erdige Mineralwässer	*53,6*	*7,62*	*13,56*
III. Kalkreich mit erdigen Mineralwässern . . .	*61,7*	*9,00*	*13,64*

Man beachte: Durch erdsalzreiche Ernährung wird sowohl die Alkaleszenz als auch die Menge des Speichels etwas gesteigert!

ich mir selbst auch die nötige Übung aneignen, um die Alkaleszenzbestimmung sicher und gleichmäßig durchzuführen.

Am 1. Februar begannen die Versuche mit kalkarmer Ernährung, die bis zum 8. April, also mehr als 2 Monate lang fortgesetzt worden sind. In der Umgegend von Dresden liefert das Wasserwerk Bühlau, das die Gemeinden Bühlau, Weißer Hirsch und Oberloschwitz versorgt, ein außergewöhnlich erdsalzarmes Wasser von nur 0,8° deutscher Härte. Dieses weiche Wasser wurde in großen Glasbehältern nach unsern Wohnungen überführt und diente ausschließlich zum Kochen und Trinken. Der Genuß von Milch, Eiern, Gemüse und Obst ist auf ein möglichst geringes Maß eingeschränkt worden. Als tägliches Brot diente eine recht weiße, nährsalzarme Sorte. Im übrigen haben wir vom 1. Februar bis 8. April hauptsächlich von kalkarmer Fleischkost gelebt.

Daraufhin trat ein völliger Wechsel der Lebensweise ein. An Stelle des bisherigen weichen Bühlauer Wassers wurde das Trink- und Kochwasser aus einem Brunnen in Coschütz entnommen. Es hatte 56,7° Gesamthärte und 43,0° bleibende Härte. Milch, Eier, frische, grüne Gemüse und Obst wurden in größern Mengen genossen. Diese Lebensweise dauerte wiederum länger als 2 Monate, bis zum 15. Juni. Von da an erhielt jede Versuchsperson außer ihrer kalkreichen Nahrung täglich noch mindestens 1 Liter eines stark erdsalzreichen Mineralwassers (Wildunger Helenenquelle, Reinhardtsquelle und Lippspringer Liboriusquelle).

Die Menge der verbrauchten Lebensmittel ist genau aufgeschrieben worden, und unter Zugrundelegung der Mittelwerte aus

Wolffs Aschenanalysen haben wir den Verbrauch von Nährsalzen annähernd berechnet. In den 3 Versuchsabschnitten ist die Aufnahme an Kalk im Verhältnis von 8 : 28 : 34 gestiegen, während der Genuß von allen übrigen Nährsalzen nur in sehr mäßigen Grenzen zugenommen hat.

Aus den Tabellen 34 und 35 geht hervor, daß durch erdsalzreiche Ernährung sowohl die Alkaleszenz als auch die Menge des Speichels etwas gesteigert worden ist. Die größte Steigerung findet sich bei den Versuchspersonen, deren Speichel an und für sich schon die höchste Alkaleszenz hat. Durch Vererbungsanlage gut entwickelte Speicheldrüsen vermögen eben die Vorteile erdsalzreicher Ernährung besser auszunützen als bereits entartete Drüsen. Vergleicht man die Zunahmewerte der titrierten Speichelalkaleszenz mit den entsprechenden Werten der Aschenbasen (siehe Tabellen der oben erwähnten ausführlichen Arbeit!), dann zeigt es sich, daß die Steigerung der Speichelalkaleszenz infolge von erdsalzreicher Nahrung ebenfalls auf der Zunahme von organischen, stickstoffhaltigen Basen beruht und nicht etwa auf einem vermehrten Kalkgehalte des Speichels. Es handelt sich also nicht um einen grobmechanischen Einfluß der gesteigerten Kalkzufuhr, sondern die Erdsalze üben einen **indirekten,** aber um so wirksamern Einfluß auf den Stoffwechsel des ganzen Körpers aus. Daher kommt es, daß durch kalkreiche Lebensweise auch die Masse der zelligen Bestandteile des Speichels vermehrt wird. In welcher Weise der Kalk den Stoffwechsel begünstigt, wissen wir heute noch nicht. Die oben erwähnte Natronersparnis infolge von Kalkzufuhr reicht zur Erklärung nicht aus. Die Ursachen liegen tiefer, und die physiologische Chemie findet hier ein fruchtbares Feld für verheißungsvolle Forscherarbeit. Soviel aber steht jetzt schon zweifellos fest, **daß** reichliche Zufuhr von Erdsalzen den Stoffwechsel wesentlich begünstigt. Wahrscheinlich übt der Kalk eine indirekte, katalytische oder osmotische Reizwirkung aus. Jedenfalls scheint ein gewisser Überschuß von Calcium-Ionen im Blute und in gewissen Körperzellen unbedingt erforderlich zu sein, um den regelrechten Stoffwechsel aufrecht zu erhalten.

Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß durch erhöhte Kalkzufuhr nicht nur die Alkaleszenz des Speichels, sondern auch die Blutalkaleszenz gesteigert wird. Die zukünftige Forschung aber wird dereinst wahrscheinlich den Nachweis bringen, daß die verschieden hohe Alkaleszenz des Blutes von geradezu grundlegender Bedeutung ist für das Wesen von Gesundheit und Krankheit überhaupt. Hoffentlich ist es mir selbst noch vergönnt, anf diesem ebenso

wichtigen wie schwierigen Untersuchungsgebiete Pionierdienste leisten zu dürfen.

4. Erdsalzarmut und Militärtauglichkeit.

In zwei frühern Arbeiten[1]) habe ich bereits nachgewiesen, daß sehr enge Beziehungen zwischen Zahnverderbnis und allgemeiner körperlicher Entwicklung bestehen. Die Zähne sind in gewisser Hinsicht der Spiegel des menschlichen Körpers oder das Wasserstandsrohr am Dampfkessel des Organismus. Es lag also die Vermutung nahe, daß die den Zähnen so schädliche Erdsalzarmut auch die gesamte körperliche Entwicklung zu beeinträchtigen vermöchte. Wenn es nun schon bei den Zähnen nicht ganz leicht war, den Einfluß der Erdsalze völlig unverwischt und zahlenmäßig genau zur Anschauung zu bringen, so begegnen uns bei der Beurteilung der allgemeinen körperlichen Entwicklung noch viel größere Schwierigkeiten. In den Ländern mit allgemeiner Wehrpflicht haben wir in der Höhe der Militärtauglichkeit einen sehr guten Maßstab, um daran die durchschnittliche körperliche Entwicklung zu messen. Nun gibt es aber außer der Erdsalzarmut noch viele andere Ursachen, die die Diensttauglichkeit zu beeinträchtigen vermögen. Vor allen Dingen übt der Beruf einen geradezu ausschlaggebenden Einfluß aus[2]). Auch in der kalkreichsten Gegend wird die Bevölkerung minderwertige Rekruten liefern, wenn sie eine ärmliche Lebensweise führt und gesundheitsschädliche Berufe ausübt. Ich denke dabei in erster Linie an die Weber und Tabakarbeiter im nordthüringischen Kreise Hohnstein.

Es kommt hinzu, daß trotz aller genauen Vorschriften das Urteil über die Militärtauglichkeit bei den untersuchenden Militärärzten oft in recht weiten Grenzen schwankt. Ein jeder Musterungsbezirk hat eine vorgeschriebene Mindestzahl von tauglichen Leuten zu liefern. Ist diese Zahl erreicht, dann scheidet man in den zuletzt untersuchten Bezirken gar manchen Stellungspflichtigen als untauglich oder nur bedingt tauglich aus, der in den zuerst untersuchten Bezirken als tauglich erklärt worden wäre. Falls es sich ermöglichen ließe, die kerngesunde, ostpreußische Landbevölkerung mit der erzgebirgischen

---

[1]) Röse, Zahnverderbnis und Militärtauglichkeit. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. März 1904.

Röse, Zahnverderbnis und Zensur. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. Juni 1904.

[2]) Röse, Beruf und Militärtauglichkeit. Politisch-anthropolog. Revue Jahrgang IV. Heft 3.

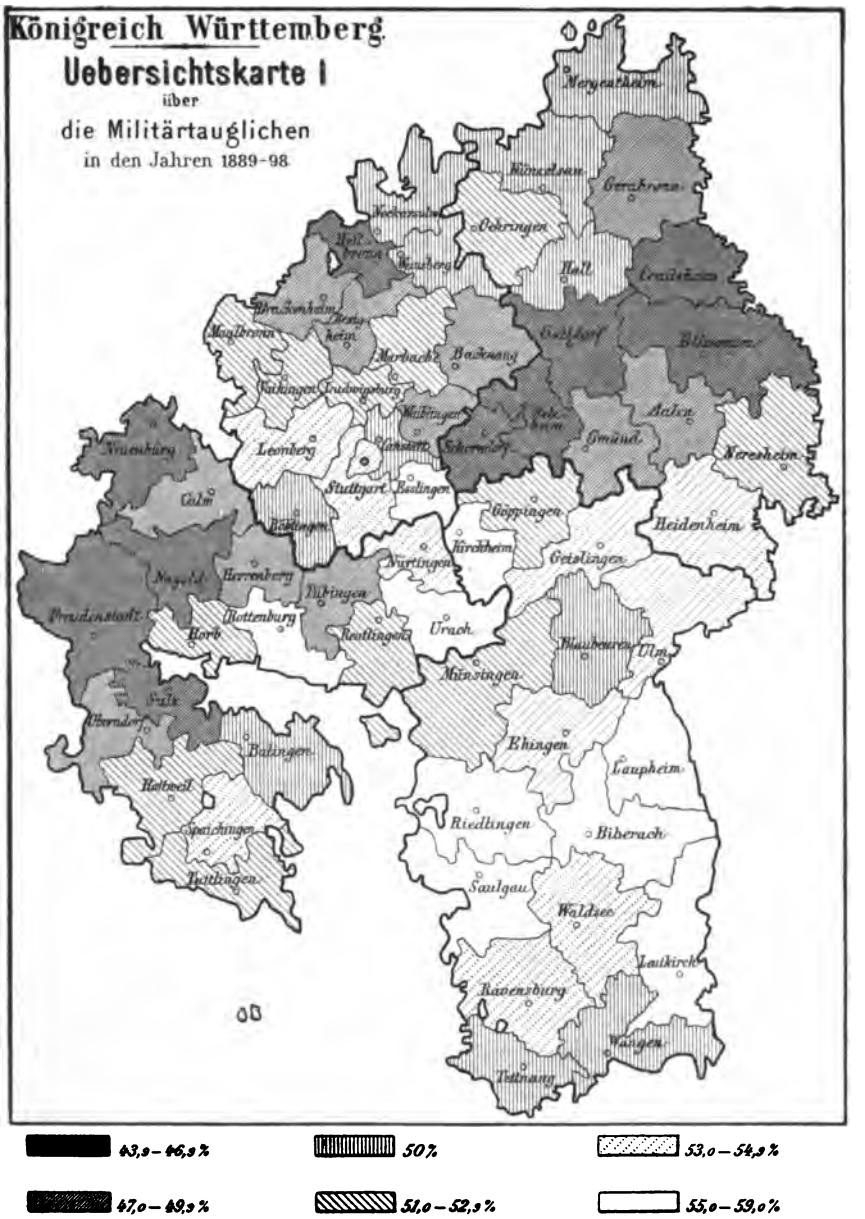
Königreich Württemberg.
Uebersichtskarte I
über
die Militärtauglichen
in den Jahren 1889-98
Mergentheim
Gerabronn
Oehringen
Hall
Maulbronn
Marbach
Backnang
Ludwigsburg
Leonberg
Stuttgart
Esslingen
Calm
Göppingen
Heidenheim
Kirchheim
Geislingen
Nürtingen
Herrenberg
Tübingen
Rottenburg
Horb
Reutlingen
Urach
Blaubeuren
Ulm
Münsingen
Ehingen
Laupheim
Balingen
Rottweil
Spaichingen
Tuttlingen
Riedlingen
Biberach
Saulgau
Waldsee
Leutkirch
Ravensburg
Wangen
Tettnang
43,9 – 46,9 %
50 %
53,0 – 54,9 %
47,0 – 49,9 %
51,0 – 52,9 %
55,0 – 59,0 %

Abb. 1.

Die Unterschiede der Militärtauglichkeit in den einzelnen Oberämtern des *Königreichs Württemberg.*

Tabelle 36. Nach der Zusammenstellung von Dr. med. Elben.

	Oberämter	Jahrgänge 1889—1898 Taugliche in %		Oberämter	Jahrgänge 1889—1898 Taugliche in %
1.	Riedlingen	59,0	33.	Cannstadt	50,7
2.	Biberach	58,7	34.	Neckarsulm	50,7
3.	Eßlingen	57,6	35.	Mergentheim	50,7
4.	Kirchheim	57,6	36.	Hall	50,5
5.	Urach	57,5	37.	Künzelsau	50,5
6.	Saulgau	57,5	38.	Tettnang	50,5
7.	Leutkirch	55,8	39.	Böblingen	50,4
8.	Laupheim	55,2	40.	Weinsberg	50,2
9.	Rottenburg	55,0	41.	Balingen	50,2
10.	Ulm	54,9	42.	Wangen	50,1
11.	Stuttgart, Amt	54,7	43.	Blaubeuren	50,0
12.	Heidenheim	54,7	44.	Tübingen	49,9
13.	Stuttgart, Stadt	54,5	45.	Waiblingen	49,8
14.	Nürtingen	54,4	46.	Herrenberg	49,8
15.	Spaichingen	54,2	47.	Gmünd	49,7
16.	Waldsee	53,9	48.	Besigheim	49,6
17.	Leonberg	53,8	49.	Gerabronn	49,5
18.	Geislingen	53,8	50.	Brackenheim	49,0
19.	Ravensburg	53,7	51.	Backnang	48,4
20.	Ehingen	53,3	52.	Oberndorf	48,1
21.	Neresheim	52,7	53.	Aalen	47,7
22.	Marbach	52,2	54.	Calw	47,3
23.	Göppingen	52,0	55.	Nagold	46,9
24.	Horb	51,9	56.	Schorndorf	46,8
25.	Münsingen	51,9	57.	Crailsheim	46,4
26.	Ludwigsburg	51,8	58.	Ellwangen	46,2
27.	Öhringen	51,8	59.	Heilbronn	46,1
28.	Maulbronn	51,7	60.	Gaildorf	46,0
29.	Rottweil	51,6	61.	Neuenbürg	44,4
30.	Tuttlingen	51,4	62.	Welzheim	44,4
31.	Vaihingen	51,2	63.	Sulz	44,2
32.	Reutlingen	51,0	64.	Freudenstadt	43,9

oder schlesischen Industriebevölkerung zusammen im bunten Gemische mustern zu lassen, dann würden wahrscheinlich nur sehr wenige Ostpreußen als untauglich und sehr wenige Erzgebirgler und Riesengebirgler als tauglich befunden werden. Die Unterschiede würden jedenfalls erheblich viel größer ausfallen, als sie in den jetzigen amtlichen Musterungsergebnissen zum Ausdrucke kommen. Unter Berücksichtigung aller dieser Fehlerquellen werden wir es begreiflich finden, daß der Einfluß der Erdsalzarmut auf die Höhe der militärischen Diensttauglichkeit nur in sehr verwischter Form zum Ausdrucke kommen kann.

Im Jahre 1900 erschien eine sehr beachtenswerte Arbeit von Dr. med. Elben[1]) über die Militärtauglichkeit in Württemberg, deren Übersichtskarte in Abb. 1 wiedergegeben worden ist. Je dunkler die einzelnen Bezirke schraffiert sind, um so geringer ist die durchschnittliche Militärtauglichkeit ihrer Bevölkerung. Nun finden sich in Württemberg zwei Hauptzentren mit geringen Prozentsätzen von tauglichen Rekruten, nämlich im Schwarzwaldkreise und im Jagstkreise. Elben hat versucht, auch die geologischen Bodenverhältnisse Württembergs zur Erklärung der verschiedengradigen Militärtauglichkeit heranzuziehen, kommt aber zu keinem klaren Ergebnisse. Am springenden Punkte ist er nahe vorbeigestreift, ohne ihn zu beachten. Als ich die geologischen Spezialkarten durchstudiert hatte, kam mir sofort die Vermutung, daß in Württemberg der verschiedenartige Erdsalzgehalt des Landes eine große Rolle spielen müßte. Und diese Vermutung hat sich dann gelegentlich meiner Schulkinderuntersuchung in Württemberg glänzend bestätigt. Im militärtauglichsten Oberamte Riedlingen liegt auch das kalkreichste der von mir untersuchten württembergischen Dörfer, nämlich Ertingen mit 30,7 Härtegraden; in dem am wenigsten militärtauglichen Oberamte Freudenstadt liegt das kalkärmste meiner württembergischen Dörfer, nämlich Baiersbronn mit 1,4 Härtegraden. Alle Dörfer mit geringen Wasserhärten unter 10,0° deutscher Härte, Calmbach, Adelmannsfelden, Welzheim, Pfalzgrafenweiler liegen in den dunkelsten Oberämtern der Elbenschen Übersichtskarte.

Im Gegensatze zu Thüringen, wo die Buntsandstein- und Keuperformation teilweise sehr harte Trinkwässer liefert, sind diese beiden Formationen in Württemberg als ausgesprochen erdsalzarme Sandsteine entwickelt. Die geringgradige Militärtauglichkeit der dunkel schraffierten Oberämter im Schwarzwaldkreise und Jagstkreise des Königreichs Württemberg beruht also in erster Linie auf der Erdsalzarmut der dortigen Trinkwässer. Nun herrscht zufälligerweise in Württemberg gerade in den erdsalzarmen Gegenden die Landwirtschaft vor, während die Industrie sich in den kalkreichen Teilen des Landes, vor allem im Neckartale, entwickelt hat. Daraus erklärt es sich sehr leicht, warum in Württemberg im Gegensatze zu allen sonstigen Erfahrungen die Industrie etwas mehr taugliche Leute liefert als die Landwirtschaft. Der günstige Einfluß harter Trinkwässer auf die körperliche Entwicklung ist dort so stark, daß

---

[1]) Elben, Einige Untersuchungen über die Militärtauglichkeit in Württemberg in den Jahren 1889—1898. Württembergische Jahrbücher 1900, Heft 1.

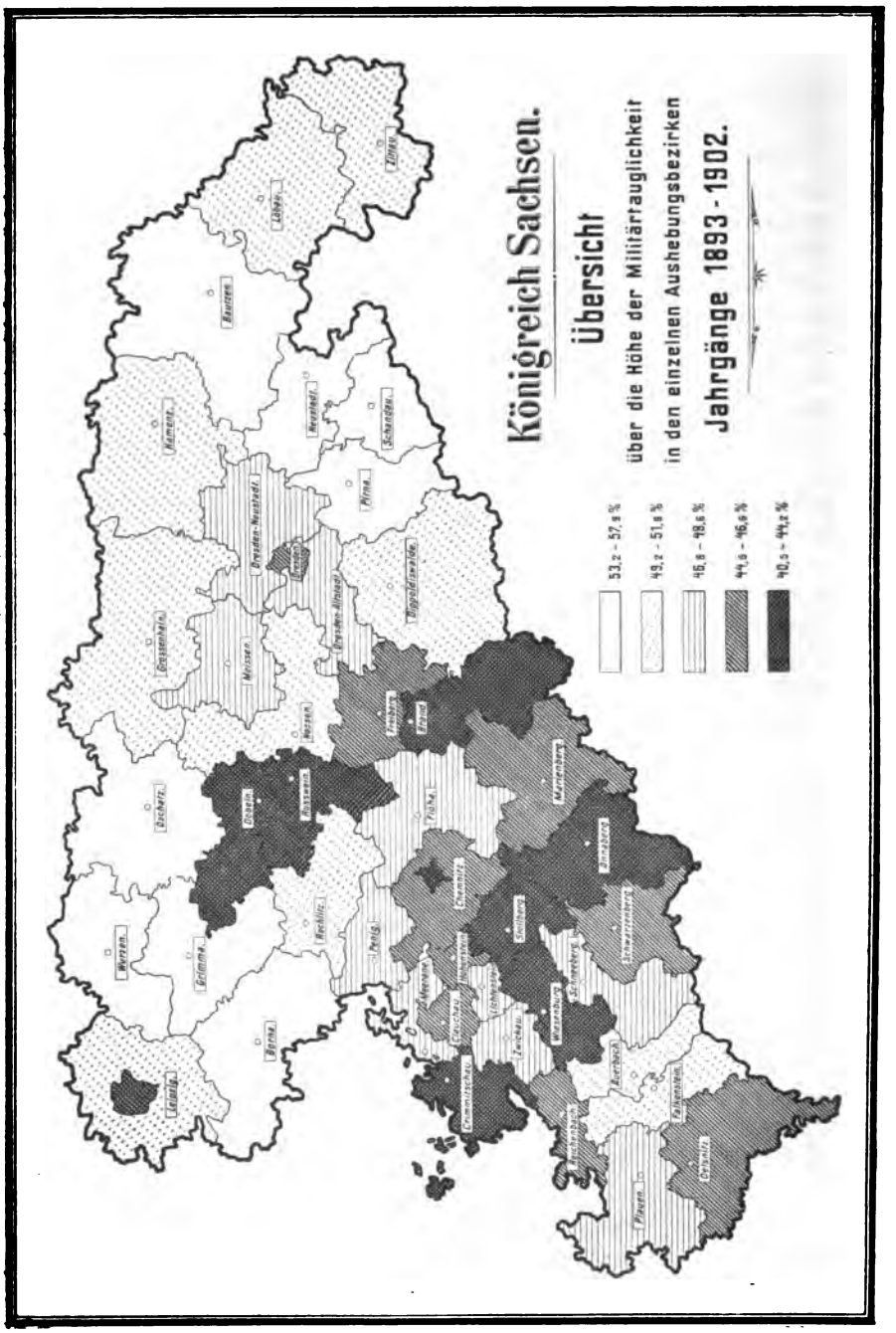
Königreich Sachsen.
Übersicht
über die Höhe der Militärtauglichkeit
in den einzelnen Aushebungsbezirken
Jahrgänge 1893-1902.
53,2 - 57,8 %
48,2 - 51,8 %
46,8 - 48,6 %
44,8 - 46,6 %
40,3 - 44,2 %

Abb. 2.

er durch die ungünstigen Einflüsse des Berufes nicht hat überkompensiert werden können.

Nachdem mir das Kgl. Kriegsministerium in Dresden in liebenswürdigster Weise die Aushebungslisten des Landes zur Verfügung gestellt hatte, bin ich daran gegangen, nach dem Vorgange von Dr. Elben auch für die einzelnen Aushebungsbezirke im Königreiche Sachsen die durchschnittliche Höhe der Militärdiensttauglichkeit zu berechnen.

Der ganze südliche Teil von Sachsen bis zur Bahnlinie Dresden—Chemnitz—Glauchau hin besteht ausschließlich aus kalkarmen Graniten, Gneisen, Schiefern, Porphyren und Sanden. Einzelne Zipfel der kalkarmen Gesteine erstrecken sich noch weiter nach Norden, bis nach Döbeln und Nossen hin. Im nördlichen Teile von Sachsen ist das liegende kalkärmere Gestein von mehr oder weniger kalkhaltigen Diluvialbildungen überlagert, die sich im Elbtale zipfelförmig bis in die Gegend von Pirna hin erstrecken. Vereinzelte kalkreiche Striche (Silurkalk, Rotliegendes) kommen außerdem noch im Bezirke Dippoldiswalde vor. Ein Blick auf die Übersichtskarte Abb. 2 genügt, um zu erkennen, daß der ganze kalkarme Stock des Erzgebirges minderwertiges Rekrutenmaterial hat. Die tauglichsten Musterungspflichtigen liefert der kalkreiche Norden des Landes. Die drei Großstädte Dresden, Leipzig, Chemnitz, deren Wasserleitungen viel weicheres Wasser liefern als die Brunnen des umliegenden Landes, heben sich auch durch geringere Militärdiensttauglichkeit deutlich von ihrer Umgebung ab. Einzelne Ausnahmen von der allgemeinen Regel kommen selbstverständlich vor. In der Gegend von Auerbach und Falkenstein im Erzgebirge fand ich sehr gute Stillungsverhältnisse. Vielleicht liegt darin der Grund für die ziemlich hohe Militärtauglichkeit der beiden kalkarmen Bezirke. Sehr auffällig ist dagegen das günstige Aushebungsergebnis in den kalkarmen Bezirken der Sächsischen Schweiz, Schandau und Neustadt, im Vergleiche zu dem kalkreichen Aushebungsbezirke Meißen. Allerdings zeichnet sich die Sächsische Schweiz dadurch aus, daß dort die Industrie noch nicht übermäßig stark entwickelt ist, und daß die meisten ihrer Bewohner recht gesunde Berufe ergriffen haben (Landwirte, Forstarbeiter, Elbschiffer, Sandsteinbrucharbeiter, Maurer, Zimmerleute). Im Gebiete der beiden Aushebungsbezirke Schandau und Neustadt liegt nur eine einzige kleine Industriestadt von 8000 Einwohnern, nämlich Sebnitz. Wie sehr die dortige Kunstblumenindustrie die körperliche Entwicklung zu beeinträchtigen vermag, ersehen wir am besten aus Tabelle 38. Freilich hat die Stadt Sebnitz auch das weichste Wasser von allen Ortschaften der Sächsischen Schweiz.

Tabelle 37. **Die Unterschiede der Militärtauglichkeit in *Königreichs***

Aushebungsbezirk	Zahl der 1893 bis 1902 wirklich vorgestellten Militärpflichtigen	Taugliche		Prozentsatz der Tauglichen mit Waffe
		mit Waffe	ohne Waffe	
1. Schandau	3189	1846	27	57,9 %
2. Neustadt b. Stolpen	3626	2022	51	55,7 „
3. Borna	6136	3390	78	55,2 „
4. Oschatz	4771	2611	59	54,7 „
5. Wurzen	4459	2416	40	54,2 „
6. Grimma	3814	2051	44	53,8 „
7. Pirna	6948	3734	69	53,7 „
8. Bautzen	9439	5019	135	53,2 „
9. Dippoldiswalde	4543	2354	56	51,8 „
10. Löbau	7917	4075	111	51,5 „
11. Auerbach	3686	1895	18	51,4 „
12. Kamenz	5601	2879	74	51,4 „
13. Nossen	4554	2328	45	51,1 „
14. Leipzig, Land	10287	5230	86	50,9 „
15. Zittau	8103	4105	83	50,6 „
16. Rochlitz	5571	2759	50	49,5 „
17. Falkenstein	5003	2473	30	49,4 „
18. Großenhain	7364	3620	74	49,2 „
19. Meerane	3748	1821	31	48,6 „
20. Dresden, Land	30745	14907	318	48,5 „
21. Lichtenstein	2460	1193	23	48,5 „
22. Zwickau	12402	5985	122	48,3 „
23. Flöha	7592	3656	120	48,2 „
24. Penig	4351	2081	41	47,8 „
25. Meißen	7283	3420	79	47,0 „
26. Schneeberg	6489	3045	32	46,9 „
27. Plauen i. V.	9517	4455	86	46,8 „
28. Dresden, Stadt	39823	18550	597	46,6 „
29. Marienberg	5347	2484	60	46,5 „
30. Reichenbach i. V.	5868	2715	48	46,3 „
31. Schwarzenberg	4124	1903	19	46,1 „
32. Glauchau	3371	1539	35	45,6 „
33. Freiberg	5590	2524	76	45,1 „
34. Chemnitz, Land	10773	4837	96	44,9 „
35. Hohenstein-Ernstthal	2474	1106	28	44,7 „
36. Ölsnitz i. V.	6344	2831	41	44,6 „
37. Wiesenburg	3745	1654	19	44,2 „
38. Stollberg	5866	2587	90	44,1 „
39. Crimmitzschau	6961	3056	49	43,9 „
40. Leipzig, Stadt	45229	19784	492	43,7 „
41. Brand	3799	1654	35	43,5 „
42. Chemnitz, Stadt	17759	7713	191	43,4 „
43. Döbeln	4738	2023	51	42,7 „
44. Roßwein	5169	2121	78	41,0 „
45. Annaberg	8449	3424	79	40,5 „
Insgesamt:	375027	177875	4066	*47,4 %*

Man beachte: Die kalkreichen Bezirke im nördlichen Teile vom Soldaten als die kalkarmen Bezirke im Süden des Landes!

den einzelnen Aushebungsbezirken des *Sachsen.*

Aushebungsbezirk	Zahl der 1876 bis 1885 in den Vorstellungslisten enthaltenen Militärpflichtigen	Zahl der Tauglichen mit und ohne Waffe	Prozentsatz der Tauglichen
1. Großenhain	6574	3389	51,6 %
2. Leipzig, Land	15651	7410	47,3 „
3. Meißen	4874	2298	47,2 „
4. Plauen i. V.	6362	2966	46,6 „
5. Nossen	4393	2029	46,2 „
6. Falkenstein	4115	1901	46,2 „
7. Auerbach	3233	1474	45,6 „
8. Schwarzenberg	3538	1573	44,4 „
9. Schneeberg	5025	2205	43,9 „
10. Meerane	3446	1507	43,7 „
11. Döbeln	4248	1846	43,5 „
12. Löbau	8378	3633	43,4 „
13. Schandau	2681	1157	43,2 „
14. Ölsnitz i. V.	4571	1969	43,1 „
15. Pirna	4649	1972	42,4 „
16. Kamenz	5414	2297	42,4 „
17. Zwickau	6701	2817	42,0 „
18. Bautzen	9273	3888	41,9 „
19. Borna	6253	2592	41,5 „
20. Zittau	7561	3103	41,4 „
21. Glauchau	5034	2053	40,8 „
22. Dresden, Land	14707	6003	40,8 „
23. Neustadt b. Stolpen	2949	1182	40,0 „
24. Reichenbach i. V.	4208	1678	39,9 „
25. Chemnitz, Land	9917	3895	39,3 „
26. Roßwein	4412	1723	39,1 „
27. Leipzig, Stadt	15678	6094	38,8 „
28. Dippoldiswalde	4693	1819	38,7 „
29. Lichtenstein	2699	1028	38,1 „
30. Freiberg	5991	2272	37,9 „
31. Wiesenburg	3230	1213	37,5 „
32. Stollberg	5180	1946	37,5 „
33. Crimmitschau	5453	2037	37,3 „
34. Chemnitz, Stadt	9176	3286	35,8 „
35. Rochlitz	4418	1560	35,3 „
36. Wurzen	3698	1269	34,3 „
37. Oschatz	4865	1670	34,3 „
38. Marienberg	5243	1779	33,9 „
39. Dresden, Stadt	19057	6243	32,7 „
40. Annaberg	7990	2614	32,7 „
41. Penig	4093	1308	31,9 „
42. Flöha	7402	2292	31,0 „
43. Brand	4461	1340	30,0 „
44. Grimma	3902	1163	29,8 „
Insgesamt:	275396	109493	*39,8* %

Königreiche Sachsen liefern einen größern Prozentsatz von tauglichen

Zum kalkreichen Aushebungsbezirke Meißen gehört auch die industriereiche Stadt Meißen mit 20000 Einwohnern. Im Gegensatze zu ihrer Umgebung hat sie zwei Wasserleitungen mit ziemlich geringer Härte (6,2° und 12,3°). Die kalkärmere Industriestadt Meißen drückt nun die Militärtauglichkeit des mit ihr verbundenen Landbezirkes so weit herab, daß der ganze Aushebungsbezirk nur eine mittlere Stellung einnimmt.

Anmerkung. Vergleichshalber habe ich im Königreiche Sachsen die Aushebungsergebnisse auch noch einmal für das Jahrzehnt 1876—1885 zusammengestellt. Von noch ältern Jahrgängen waren leider keine Listen mehr vorhanden. Im großen und ganzen weichen die Durchschnittsergebnisse der 70er Jahre nicht wesentlich von den heutigen ab. Nur einige auffällige Ausnahmen kommen vor, die jedoch leicht zu erklären sind. Während die Bezirke Oschatz, Wurzen, Grimma gegenwärtig zu den militärtüchtigsten gehören, stehen sie in den 70er Jahren ganz unten am Ende der Reihe. Nun ist aber in diesen ältern Listen merkwürdigerweise nicht die Zahl der wirklich vorgestellten Militärpflichtigen als Grundlage für die Tauglichkeitsberechnung angenommen worden, sondern die Anzahl der in den Vorstellungslisten enthaltenen Leute. In den 70er und 80er Jahren wanderten aber aus den kalkreichen nordsächsischen Bezirken Oschatz, Wurzen und Grimma gerade die kräftigsten jungen Leute als Industriearbeiter in die benachbarten Großstädte, vor allem nach Leipzig. Dort kamen sie zur Aushebung, wurden für tauglich befunden und trieben den Tauglichkeitsprozentsatz der Stadt Leipzig in die Höhe. In den Listen ihrer Heimatbezirke aber wurden diese Abwanderer zwar mitgezählt, aber nicht als taugliche berechnet; und dort drückten sie natürlich bei der früheren unzweckmäßigen Berechnungsart durch ihre Abwesenheit den Prozentsatz der Tauglichen erheblich herab. Erst seit dem Jahre 1889 sind in den offiziellen Aushebungsübersichten außer der Zahl der in den Listen enthaltenen auch die Zahl der wirklich vorgestellten Leute enthalten. Während nun in den Bezirken mit seßhafter Bevölkerung, vor allen Dingen im Erzgebirge, die beiden Zahlen nur ganz unwesentlich voneinander abweichen, haben sich noch im Jahre 1889 im Bezirke Grimma nur 64,1%, im Bezirke Oschatz nur 67,9% von den in den Vorstellungslisten enthaltenen Leuten auch in ihrer Heimat gestellt. Seitdem hat sich die Industrie aber auch in den nordsächsischen Landbezirken ausgebreitet. Die jungen Leute finden jetzt in ihrer Heimat selbst Beschäftigung und wandern nicht mehr so zahlreich nach den Großstädten. Infolgedessen steigert sich der Prozentsatz der wirklich vorgestellten einheimischen Leute von Jahr zu Jahr, und damit kommt die wirklich vorhandene Militärtüchtigkeit dieser nordsächsischen Bezirke auch in den offiziellen Musterungslisten immer deutlicher zum Ausdrucke. An diesem einem Beispiele kann man so recht ersehen, welche großen Fehlerquellen entstehen können, wenn eine Statistik nicht auf völlig einwandfreien Grundlagen beruht.

Der Zufall wollte es, daß ich selbst in zwei aufeinander folgenden Jahren gerade in den Aushebungsbezirken Schandau, Neustadt und Meißen-Land der Frühjahrsmusterung beigewohnt habe. Ein weiterer merkwürdiger Zufall fügte es, daß beidemale ein und derselbe Stabsarzt, ein älterer, erfahrener Kollege mit sicherem Blicke, die Untersuchung leitete. Und da stellte es sich heraus, daß der kalkreiche Landbezirk Meißen (ohne Stadt Meißen) viel bessere Rekruten hatte als die Landbezirke der Sächsischen Schweiz (Tab. 39). Die Ergebnisse der Frühjahrsmusterung können, nebenbei bemerkt, mit den Ergebnissen der Generalmusterung (Tabelle 37) nicht unmittelbar verglichen werden, da sie auf ganz anderer Grundlage beruhen. Bei der Aushebung oder Generalmusterung brauchen nämlich die auf ein Jahr zurückgestellten Mannschaften nicht wieder zu er-

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Höhe der Militärtauglichkeit.

Musterungsbezirk	Durchschnittliche **Gesamthärte** der Trinkwässer in den **Geburtsorten** der Musterungspflichtigen (In deutschen Härtegraden)	Prozentsatz der tauglichen Musterungspflichtigen
Stadt Sebnitz im Vergleiche mit den umliegenden **Landbezirken der Sächsischen Schweiz.** Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1902.		
Tabelle 38.		
Einheimische Musterungspflichtige der Stadt Sebnitz	1,2 Härtegrade	*26,0* %
Einheimische Landbevölkerung aus den umliegenden Amtsgerichten Königstein, Schandau, Sebnitz	3,9 „	*36,3* „
Vergleich des **Landbezirkes Meißen** mit den **Landbezirken der Sächsischen Schweiz.** Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1902 und 1903.		
Tabelle 39.		
Sächsische Schweiz, Aushebungsbezirke Schandau und Neustadt (ohne Stadt Sebnitz)	3,9 Härtegrade	*32,8* %
Landbezirk Meißen (ohne Stadt Meißen)	20,6 „	*40,6* „
Vergleich der **Kreise Schwerin** und **Samter** in der Provinz **Posen.** Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1902.		
Tabelle 40.		
Kreis Schwerin	19,3 Härtegrade	*28,7* %
Kreis Samter	31,7 „	*34,6* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so höher die Militärtauglichkeit!

scheinen. Darum sind die Prozentsätze der Tauglichkeit bei der Frühjahrsmusterung stets erheblich niedriger als bei der Generalmusterung.

Auch in der Provinz Posen sind die beiden Kreise Schwerin und Samter von demselben Stabsarzte im gleichen Jahre untersucht worden. Dort kehrt die gleiche Erscheinung wieder, daß der kalkärmere Kreis Schwerin auch schlechtere Rekruten hat (Tabelle 40).

Beim Vergleiche von mehreren verschiedenen Untersuchungsgebieten im ganzen miteinander können immerhin auch verschiedene Rassen-

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Höhe der Militärtauglichkeit.

Musterungsbezirk	Durchschnittliche **Gesamthärte** der Trinkwässer in den **Geburtsorten** der Musterungspflichtigen (In deutschen Härtegraden)	Prozentsatz der tauglichen Musterungspflichtigen

Eingeborene polnische Musterungspflichtige des **Kreises Samter.**
Tabelle 41. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1902.

Kreis Samter, eingeborene Polen . .	unter 30,0 Härtegr.	*33,0* %
Kreis Samter, eingeborene Polen . .	über 30,0 „	*37,5* „

Eingeborene Musterungspflichtige der **Landratsämter Gotha, Ohrdruf**
Tabelle 42. und der **Stadt Gotha.**
Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1901.

Eingeborene der Stadt Gotha . . .	0,8 Härtegr.	*36,3* %
Einheimische Landbevölkerung . . .	unter 25,0 „	*40,3* „
Einheimische Landbevölkerung . . .	über 25,0 „	*51,3* „

Eingeborene Musterungspflichtige des **Herzogtums Coburg.**
Tabelle 43. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1901.

Einheimische Landbevölkerung . . .	unter 20,0 Härtegr.	*44,2* %
Einheimische Landbevölkerung . . .	20,0—24,9 „	*46,1* „
Einheimische Landbevölkerung . . .	über 25,0 „	*50,5* „

Musterungspflichtige aus erdsalzärmern und erdsalzreichern Bezirken von **Dalarne** (Schweden).
Tabelle 44. Durchschnitt der drei Jahrgänge 1899, 1900, 1901.
Nach brieflichen Mitteilungen vom Regimentsbureau in Falun.

Musterungspflichtige aus Transtrand und Malung	2,2 Härtegrade	*68,8* %
Musterungspflichtige aus Rättvik und Leksand	6,7 „	*79,0* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so höher die Militärtauglichkeit!

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Höhe der Militärtauglichkeit.

Musterungsbezirk	Durchschnittliche bleibende Härte der Trinkwässer in den Geburtsorten der Musterungspflichtigen (In deutschen Härtegraden)	Prozentsatz der tauglichen Musterungspflichtigen

Eingeborene Musterungspflichtige des **Kreises Hohnstein** und der **Stadt Nordhausen.**

(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen, jüngsten Jahrgange allein.)

Tabelle 45. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1903.

Eingeborene der Stadt Nordhausen	3,2 Härtegr.	*37,9%* *(29,8%)*
Einheimische Landbevölkerung	unter 10,0 „	*41,4* „ *(31,4* „*)*
Einheimische Landbevölkerung	10,0—29,9 „	*40,7* „ *(38,8* „*)*
Einheimische Landbevölkerung	über 30,0 „	*50,8* „ *(51,3* „*)*

Eingeborene Musterungspflichtige aus der Unterherrschaft des Fürstentums **Schwarzburg-Sondershausen.**

Tabelle 46. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1901.

Einheimische	unter 10,0 Härtegr.	*39,2%*
Einheimische	10,0—19,9 „	*39,7* „
Einheimische	über 20,0 „	*44,1* „

Eingeborene Musterungspflichtige des **Kreises Weißensee.**

Tabelle 47. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1903.

Einheimische	unter 40,0 Härtegr.	*51,6%*
Einheimische	über 40,0 „	*54,3* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so höher die Militärtauglichkeit!

und Lebensverhältnisse einen Einfluß auf die Militärtauglichkeit ausüben. Um diese Fehlerquelle möglichst auszuschließen, habe ich daher in den einzelnen größern Musterungsbezirken selbst, ähnlich wie in den Tabellen 16—24, die Musterungspflichtigen nach der durchschnittlichen Trinkwasserhärte ihrer Geburtsorte eingeteilt und danach den Prozentsatz ihrer Tauglichkeit berechnet. Die Zahlen der Tabellen 41—47 sprechen für sich. Überall kehrt genau die gleiche Erscheinung wieder: **Je härter das Trinkwasser, um so höher ist auch der Prozentsatz der militärtauglichen jungen Leute.**

In der kalkarmen Stadt Gotha sind je nach dem Geburtsorte der Eltern die Musterungspflichtigen in Vollstädter, Halbstädter und

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Höhe der Militärtauglichkeit.

Musterungsbezirk	Durchschnittliche Gesamthärte der Trinkwässer in den Geburtsorten der Musterungspflichtigen (In deutschen Härtegraden)	Prozentsatz der tauglichen Musterungspflichtigen	Durchschnittlicher Brustumfang
Einheimische 20jährige Musterungspflichtige der Stadt Gotha im Vergleiche mit den Eingeborenen der Vorstadt Siebleben. Tabelle 48. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1901.			
Voll-Städter	0,8 Härtegr.	*27,6%*	*80,0 : 86,5*
Halb-Städter	0,8 „	*39,5* „	*80,5 : 87,8*
Zugewanderte Landgeborene	0,8 „	*57,1* „	*81,7 : 89,0*
Eingeborene der Vorstadt Siebleben	48,2 „	*63,2* „	*82,8 : 90,2*
Einheimische 20—22jährige Musterungspflichtige der Stadt Nordhausen im Vergleiche mit den Eingeborenen der Vorstadt Salza. (Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Ergebnisse beim 20jährigen, jüngsten Jahrgange allein.) Tabelle 49. Nach den Ergebnissen der Frühjahrsmusterung 1903.			
Eingeborene der Stadt Nordhausen	3,2 Härtegr.	*37,9%* (29,8 „)	*78,4 : 85,4* (78,6 : 85,2)
Zugewanderte Landgeborene	3,2 „	*40,0* „ (34,0 „)	*79,9 : 86,9* (80,4 : 87,0)
Eingeborene der Vorstadt Salza	43,5 „	*53,5* „ (53,3 „)	*80,2 : 87,1* (81,8 : 88,7)

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so höher die Militärtauglichkeit, um so weiter der Brustumfang!

Zugewanderte eingeteilt worden; dazu kommen dann noch die Eingeborenen des völlig städtischen, aber kalkreichen Vorortes Siebleben. Ebenso sind in der kalkarmen Stadt Nordhausen die eingeborenen und zugewanderten Nordhäuser den Bewohnern des kalkreichen Vorortes Salza gegenübergestellt worden. In den Tabellen 48 und 49 wurde außerdem in den einzelnen Gruppen auch noch der durchschnittliche Brustumfang der Rekruten berechnet. Ergebnis der Statistik: Geradeso wie die Güte der Zähne, so nimmt auch die durchschnittliche Militärtauglichkeit und der Brustumfang von den geborenen Städtern (Vollstädtern, Halbstädtern) zu den Zugewanderten und den Eingeborenen der erdsalzreichen Vororte schrittweise zu.

Rückgang der Militärtauglichkeit bei den eingeborenen Militärpflichtigen der Stadt Gotha nach Einführung des weichen Leitungswassers (1872) im Vergleiche zu den Eingeborenen der Vorstädte Siebleben und Sundhausen.

(Zusammengestellt nach den Listen des Herzoglichen Landratsamtes in Gotha.)

Tabelle 50.

	Prozentsatz der tauglichen Militärpflichtigen	Durchschnittliche Körpergröße der Militärpflichtigen	Prozentsatz der tauglichen Militärpflichtigen	Durchschnittliche Körpergröße der Militärpflichtigen	Die Stadt Gotha hat im Vergleich zu ihren Vororten Siebleben und Sundhausen
	in *Siebleben* u. *Sundhausen*		in der *Stadt Gotha*		
Jahrgänge 1874—1878	*37,0* %	*166,4*	*45,6* %	*166,8*	1874—1878: *8,6* % ***mehr*** Taugliche
Jahrgänge 1899—1901	*57,0* „	*166,4*	*51,1* „	*165,6*	1899—1901: *5,9* % ***weniger*** Taugl.

Man beachte: 1. Die Militärtauglichkeit der eingeborenen Gothaer hat sich seit Einführung des weichen Leitungswassers gegenüber den eingeborenen Sieblebenern und Sundhäusern mit ihren harten Trinkwässern um 14,5 % verschlechtert!

2. Während in den Vororten die durchschnittliche Körpergröße genau dieselbe geblieben ist, hat sie sich bei den Eingeborenen der Stadt Gotha seit Einführung des weichen Trinkwassers um 1,2 cm vermindert!

Die Steigerung der Zahlenreihen ist völlig regelmäßig, ohne jeden Sprung.

In der Stadt Gotha habe ich sodann den Versuch gemacht, die Militärpflichtigen aus früherer Zeit mit den heutigen zu vergleichen. Die dortige Quellwasserleitung von weichem Trinkwasser[1]) ist im Jahre 1872 in Gebrauch genommen worden. Vorher hatte die Stadt Gotha Brunnen mit harten Wässern von 44,0—60,0 Härtegraden, ähnlich wie ihre Vororte. Leider reichten die Musterungslisten des Herzoglichen Landratsamtes in Gotha nur bis zum Jahre 1874 zurück. Die Rekruten der Jahrgänge 1874—1878 haben also in ihren Jünglingsjahren schon unter dem Einflusse des weichen Wassers gestanden, während sie in ihrer Kindheit noch hartes Wasser genossen

[1]) Inzwischen sind die Trinkwasserverhältnisse von Gotha noch weiter verschlechtert worden, indem eine Stauweiher-Wasserleitung im kalkarmen Gebirge eingerichtet worden ist, die selbstverständlich vollkommen kalkfreies Tagewasser enthält.

hatten. Im Vergleiche dazu sind die Militärpflichtigen der Jahrgänge 1899 bis 1901 zusammengestellt worden, die in Gotha von Geburt an unter dem Einflusse des weichen Trinkwassers gestanden haben. In den Vororten Siebleben und Sundhausen haben sich seit 1874 die Wasserverhältnisse nicht geändert. Die Stadt Gotha hat bei ihrer geringen Industrieentwicklung einen fast ländlichen Charakter mit vielen Parkanlagen, Gärten und gesunder Luft. Die Nachteile der großstädtischen Lebensweise kommen also hier nicht in Betracht. Der wohlhabendere Teil der Bevölkerung lebt in der Stadt selbst; in den beiden Vororten hat sich die ärmere Arbeiter- und Handwerkerbevölkerung angesiedelt, die im allgemeinen schlechter genährt ist. So sehen wir denn auch, daß im Jahrfünfte 1874—1878 die Stadt Gotha 8,6% mehr taugliche Soldaten lieferte als ihre Vororte. Heute ist es umgekehrt; die Vororte sind um 5,9% voraus. Danach hat sich die militärische Tauglichkeit der eingeborenen Gothaer Stadtbevölkerung seit Einführung des weichen Trinkwassers um 14,5 % verschlechtert[1]).

Leider waren in den ältern Listen der 70er Jahre die Brustmaße nicht aufgezeichnet worden, so daß ich in dieser Hinsicht keine Vergleiche anstellen konnte. Dagegen führte der Vergleich der durchschnittlichen Körpergröße zu sehr bedeutsamen Ergebnissen. Beim Vergleiche von zwei verschiedenen Musterungsbezirken mit harten und weichen Wässern kann die Körpergröße nicht berücksichtigt werden, weil es unmöglich ist, zu entscheiden, ob die etwaigen Unterschiede in der Körpergröße auf Rasseneinflüssen oder auf mangelhafter Ernährung beruhen. Anders in Tabelle 50. Hier haben wir die einheimische Bevölkerung einer und derselben Stadt vor uns. Die Zuwanderung vom Lande hat sich so ziemlich gleichmäßig auf die Stadt Gotha und ihre Vororte verteilt. Nun sehen wir, daß in Siebleben und Sundhausen die durchschnittliche Körpergröße seit einem Menschenalter auf die Dezimale genau die gleiche geblieben ist. Bei den einheimischen Rekruten der Stadt Gotha aber hat sich seit Einführung des weichen Leitungswassers die durchschnittliche Körpergröße um den erheblichen Betrag von 1,2 Zentimeter vermindert.

[1]) Die absoluten Zahlen der Tauglichkeit von heute können mit denen der 70er Jahre nicht unmittelbar verglichen werden, weil damals weniger Soldaten gebraucht wurden. Es sind also in den 70er Jahren viele sonst taugliche Rekruten wegen Überzähligkeit der Ersatzreserve zugeschrieben worden, die heute als taugliche Soldaten eingestellt werden würden.

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Militärtauglichkeit bei 3396 einheimischen Militärpflichtigen im Bezirkskommando Meißen. Jahrgänge 1893, 1894, 1895.

(Zusammengestellt nach den alphabetischen Listen des Königlichen Bezirkskommandos.)

Tabelle 51.

Bezeichnung der Militärpflichtigen	Durchschnittliche bleibende Härte der Trinkwässer in den Geburtsorten der Militärpflichtigen (In deutschen Härtegraden)	Anzahl der vorgestellten Militärpflichtigen	Durchschnittliche Körpergröße in cm	Durchschnittlicher Brustumfang in cm	Prozentsatz der tauglichen Militärpflichtigen
A. Sämtliche Militärpflichtigen.					
	unter 10,0 Härtegr.	1796	164,9 cm	*80,4 : 87,9* cm	*50,6%*
	10,0—14,9 „	1051	165,9 „	*81,0 : 88,8* „	*61,5* „
	über 15,0 „	549	165,1 „	*81,0 : 88,7* „	*63,2* „
B. Stubenluftberufe aus Stadt und Land.					
Landbevölkerung	unter 10,0 Härtegr.	545	164,7 cm	*79,9 : 87,3* cm	*47,2%*
Stadtbevölkerung	unter 10,0 „	527	165,1 „	*79,6 : 87,0* „	*47,6* „
Landbevölkerung	10,0—14,9 „	444	165,4 „	*80,2 : 87,9* „	*55,0* „
Landbevölkerung	über 15,0 „	263	164,9 „	*80,7 : 88,2* „	*59,3* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so höher die Militärtauglichkeit, um so weiter der Brustumfang!

Nur in einem einzigen der von mir untersuchten Musterungsbezirke konnte ich nach meinem eigenen Untersuchungsmateriale keine genauen Beziehungen zwischen Trinkwasserhärte und Militärtauglichkeit feststellen, nämlich im Landbezirke Meißen. Dort war entweder die Anzahl der Musterungspflichtigen nicht groß genug, oder es mußten sonstige Zufälligkeiten eine Rolle spielen (siehe Anmerkung[1]). Jedenfalls bedurfte diese Ausnahme der Aufklärung. Darum habe ich sämtliche Militärpflichtigen im Be-

[1]) Bei der Zusammenstellung der offiziellen Aushebungsergebnisse im Gebiete des deutschen Reiches werden weder die Einjährig-Freiwilligen noch die Mehrjährig-Freiwilligen mitgezählt. Durch diesen Umstand können die wirklichen Tauglichkeitsverhältnisse einer Gegend oft sehr beträchtlich verschleiert werden. Gerade in erdsalzreichen Landgebieten stellen sich viele wohlhabendere Bauernsöhne gern freiwillig zu irgend einem bevorzugten Regimente. In den reinen Industriegegenden kommt das viel seltener vor. Nach der offiziellen Statistik beträgt z. B. der Prozentsatz der Militärtauglichen im Jahrzehnte 1893—1902 in den beiden Aushebungsbezirken Meißen und Nossen zusammen 49,6%. Rechnet man aber, wie das in meiner Sonderstatistik geschehen ist, die Freiwilligen mit hinzu, dann steigt der Tauglichkeitsprozentsatz auf 56,1%, rückt also wesentlich in die Höhe

zirkskommando Meißen (Aushebungsbezirke Nossen und Meißen) von den drei Jahrgängen 1893—1895 nach den Listen des Bezirkskommandos zusammengestellt und sie nicht nur nach der Trinkwasserhärte ihrer Geburtsorte, sondern für die Zwecke einer andern Arbeit gleichzeitig auch nach ihren Berufen geordnet. Ferner ist die Durchschnittsgröße in den einzelnen Gruppen berechnet worden. In Tabelle 51A kommen bereits die Beziehungen der Trinkwasserhärte zur Militärtauglichkeit deutlich zur Erscheinung. Dagegen findet sich beim Brustumfange ein kleiner Sprung, indem die Leute der mittelharten Trinkwassergruppe fast genau den gleichen Brustumfang haben wie die Rekruten der dritten Gruppe. Und das kommt daher, weil sie infolge von ungleichmäßiger Rassenmischung die größte durchschnittliche Körperlänge haben. Nun hätte man aber weiterhin einwenden können, in der Gruppe der weichsten Wässer seien auch die Städte Meißen und Nossen mit einbegriffen, die wegen des Überwiegens von gesundheitsschädlichen Berufen weniger militärtauglich wären. Ich habe daher die Gruppe der sogenannten Stubenluftberufe (Handwerker, Industriearbeiter, Kaufleute, Schreiber, Beamte usw.) für sich zusammengestellt und in der Gruppe der weichsten Wässer die Stadt- und Landbevölkerung gesondert behandelt. Wir sehen nun aus Tabelle 51B, daß die Städte Meißen und Nossen sogar noch ein wenig mehr taugliche Rekruten liefern als die gleich kalkarmen Landbezirke, wenn man nur die gleichen Berufsarten miteinander vergleicht. Doch ist der Brustumfang der Städter ein wenig geringer. In Tabelle 51B ist die durch Rassenanlage bedingte, durchschnittliche Körpergröße in allen 4 Gruppen mehr ausgeglichen. Diese Fehlerquelle ist also verringert, wenn auch nicht vollständig ausgeglichen. Infolgedessen steht jetzt auch der durchschnittliche Brustumfang der Landbevölkerung in einem ganz genauen Verhältnis zur Zunahme der Wasserhärte.

Wir sehen also, daß **die gesamte körperliche Entwicklung der heranwachsenden wehrkräftigen Jugend durch kalkarme Ernährung erheblich beeinträchtigt wird.** Zukünftige Einzelforschungen werden genauere Aufklärung darüber bringen müssen, welche einzelnen Krankheitsformen durch Erdsalzarmut hervorgerufen oder wenigstens begünstigt werden. In erster Linie ist dabei auf die Krankheiten der Knochen und Bänder zu achten, ferner auf Brustkrankheiten, Diabetes, Nieren- und Blasenleiden usw. Es ist sehr wahrscheinlich, daß gerade das Auftreten der letztgenannten Krankheiten durch Kalkarmut der Nahrung gefördert wird, da ja bekanntlich Blasen- und Nierenleiden durch den Genuß alkalisch-erdiger Mineralwässer bedeutend gebessert oder gar geheilt werden können. Während

man von vornherein annehmen möchte, daß Kalk- und Gipsbucharbeiter wegen des fortwährend eingeatmeten Staubes besonders zur Tuberkulose neigen müßten, haben Halter (Berliner klinische Wochenschrift 1888) und Grab (Prager Medizinische Wochenschrift 1890) festgestellt, daß gerade die Tuberkulose bei Kalkarbeitern recht selten vorkommt. Auch bei den Gipsarbeitern in Ellrich am Harze ist die Tuberkulose eine seltene Erscheinung.

Das endemische Auftreten von Kropf scheint ebenfalls, wenigstens teilweise, durch kalkarme Nahrung begünstigt zu werden, obgleich dabei sicherlich noch andere, bisher nicht völlig klar gestellte Einflüsse eine große Rolle spielen. Nach einer Zusammenstellung von Eiselsberg[1]) kommt der Kropf vorzugsweise in tiefeingeschnittenen Hochgebirgstälern vor, die ihrer geologischen Formation nach nur weiches Wasser führen können. In den Molassegegenden der Nordschweiz ist zwar Kalk genug im Boden vorhanden, doch haben die dortigen Wässer fast alle nur eine geringe bleibende Härte. Es kommt hinzu, daß in der Nordschweiz ein sehr erdsalzarmes, weißes Brot gegessen wird. Jedenfalls wird die zukünftige Kropfforschung auf diesen Punkt ihr Augenmerk richten müssen. Ich vermute, daß die meisten sogenannten Kropfbrunnen ein Wasser mit geringer bleibender Härte liefern.

5. Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Bodens, des Trinkwassers und der Nahrungsmittel.

In meiner ersten Veröffentlichung über den Einfluß der Erdsalzarmut vom Jahre 1894 habe ich angenommen, daß für den mehr oder weniger guten Bau der Zähne in kalkreichen und kalkarmen Gegenden ausschließlich der größere oder geringere Erdsalzgehalt der Nahrungsmittel maßgebend sei. In den Zähnen und Knochen sind hauptsächlich phosphorsaure Verbindungen von Kalk und Magnesia vorhanden. Im Trinkwasser kommen diese nicht vor, sondern nur in den Nahrungsmitteln. Daraus zog ich den Schluß, daß der verschiedene Erdsalzgehalt des Trinkwassers gar keinen Einfluß haben könnte. Ich hatte nicht bedacht, daß ja auch in den Nahrungsmitteln Kalk, Magnesia und Phosphorsäure in ganz anderer Zusammensetzung enthalten sind als in den Hartgeweben des menschlichen Körpers, und daß die völlig unlöslichen basisch-phosphorsauren Kalk- und Magnesiaverbindungen erst an Ort und Stelle von den

[1]) Eiselsberg: Die Krankheiten der Schilddrüse. Stuttgart, F. Enke, 1901.

zahn- und knochenbildenden Zellen aus den löslichen Erdsalz-Ionen des Blutes gebildet werden müssen.

Nun las ich 1894 in dem Handbuche von König[1]), daß die Analysen von pflanzlichen Nahrungsmitteln große Unterschiede in ihrem Kalkgehalte aufwiesen. Die Untersuchung von zwei Roggenproben aus kalkarmer Gegend, die ich an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Karlsruhe ausführen ließ, ergab tatsächlich, daß verhältnismäßig wenig Kalk in diesen beiden Getreideproben enthalten war. Kurz, alle bekannten Tatsachen schienen dafür zu sprechen, daß der Kalkgehalt der pflanzlichen Nahrungsmittel je nach dem Kalkgehalte des Bodens erheblich wechseln müsse. Freilich hätte mich schon 1894 ein genaues Studium von Wolffs Aschenanalysen[2]) eines Bessern belehren können. Leider war mir aber dieses eingehende Werk seinerzeit unbekannt geblieben. Förberg[3])

Zwei Roggenanalysen aus erdsalzarmer und erdsalzreicher Gegend.
Tabelle 52. Ausgeführt von Dr. med. Starke.

Ortschaft	Durchschnittliche Trinkwasserhärte	Geologische Formation	Prozente der Trockensubstanz	In 100 g Trockensubstanz sind enthalten in mg						
				CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl
Tambach	1,4°	Rotliegendes	88,4%	**28,0**	**212,0**	8,8	677,9	194,0	819,0	16,7
Clingen	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten	88,3 „	**57,0**	**199,0**	9,0	563,9	123,0	721,0	19,5

Drei Kartoffelanalysen aus erdsalzarmer und erdsalzreicher Gegend.
Ausgeführt von Dr. med. Starke.

Ortschaft	Durchschnittliche Trinkwasserhärte	Geologische Formation	Prozente der Trockensubstanz	In 100 g Trockensubstanz sind enthalten in mg		
				CaO	P_2O_5	Fe_2O_3
Tambach .	1,4°	Rotliegendes	27,3%	**128,0**	500,0	4,9
Clingen . .	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten	29,0 „	**560,0**	439,0	5,5
Weißensee .	114,2 „	Gipskeuper	26,1 „	**590,0**	400,0	5,5

[1]) König, Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. 3. Auflage.

[2]) Wolff, Aschen-Analysen von land- und forstwirtschaftlichen Produkten, Fabrik-Abfällen und wildwachsenden Pflanzen. Verlag v. Wiegandt, Hempel & Parey 1871 und 1880.

[3]) Förberg, Welchen Einfluß üben die Nahrungsmittel und das Trinkwasser auf die Entwicklung und den Bestand der Zähne aus? Odontologische Blätter 1900.

und Kielhauser[1]) haben späterhin, meinem Beispiele folgend, außer dem Kalke auch noch die Phosphorsäure des Bodens für den mehr oder weniger guten Bau der Zähne verantwortlich machen wollen, indem sie annahmen, daß je nach dem Gehalte des Bodens an Phosphorsäure auch der Gehalt der pflanzlichen Nahrungsmittel an phosphorsauren Salzen schwanken müsse.

Als ich im Jahre 1900 die Untersuchungen über die Pathologie der Erdsalzarmut von neuem aufnehmen konnte, faßte ich sofort den Plan, durch genaue chemische Analysen die vermuteten engen Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Bodens und der Bodenfrüchte weiter aufzudecken. Leider fehlte es mir an der nötigen Zeit, um diese Analysen selbst vornehmen zu können.

Zunächst hat im Auftrage der Centralstelle für Zahnhygiene der mir befreundete Physiologe Dr. med. Starke einige Analysen angefertigt, die meine frühere Ansicht zu bestätigen schienen. Danach war der Kalkgehalt vom Roggen aus kalkreicher Gegend um das Doppelte, der Kalkgehalt von Kartoffeln sogar beinahe fünfmal größer als in kalkarmer Gegend. Zu meinem damaligen lebhaften Bedauern bezweifelte nun aber gelegentlich einer persönlichen Besprechung Professor v. Bunge in Basel die Allgemeingültigkeit der Starkeschen Analysen. Er verwies mich auf das Studium der Wolffschen Aschenanalysen und erklärte sich bereit, mir aus persönlicher Gefälligkeit zwei Roggenanalysen anzufertigen. Wie im Jahre zuvor, so ließ ich mir wiederum aus Tambach und Clingen Roggen kommen. Der Roggen aus der kalkarmen Tambacher Flur stammte von einem Felde, das niemals mit künstlichem Dünger in Berührung gekommen war. Und trotzdem war sein Kalkgehalt nur unbedeutend geringer; an Magnesia und Phosphorsäure war er sogar reicher als Roggen aus der kalkreichen Flur von Clingen (Tabelle 53).

Zwei Roggenanalysen aus erdsalzarmer und erdsalzreicher Gegend.
Tabelle 53. Ausgeführt von Professor v. Bunge in Basel.

Ortschaft	Durchschnittliche Trinkwasserhärte	Geologische Formation	Prozentsatz der Trockensubstanz	In 100 g Trockensubstanz sind enthalten in mg			
				CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3
Tambach . .	1,4 °	Rotliegendes	86,6%	**61,5**	**219,2**	1033,0	5,9
Clingen . . .	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten	86,3 „	**71,4**	**217,9**	930,3	5,3

[1]) Kielhauser, Die Ursache der Zahncaries. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1900.

Die Unterschiede zwischen den Analysen von Starke und Bunge erforderten unbedingt Aufklärung. Auf meinen Wunsch hin erklärte sich der Stifter der Centralstelle für Zahnhygiene, Herr Geheimrat Lingner, bereit, eigens für die Zwecke meiner Untersuchungen einen vorzüglich geschulten Analytiker anzustellen. Die Wahl fiel zunächst auf Herrn Ragnar Berg aus Göteborg. Als dieser ausschied, trat Herr Dr. Pässler an seine Stelle. Beiden Herren spreche ich für ihre eifrige Mitarbeit an dieser Stelle meinen besondern Dank aus.

Um von vornherein jede Voreingenommenheit völlig auszuschließen, habe ich meinen chemischen Mitarbeitern in der Regel keine nähern Mitteilungen über die Herkunft der zu untersuchenden Stoffe gemacht. Außerdem sind anfangs ab und zu einmal die gleichen Bodenfrüchte unter zwei verschiedenen Bezeichnungen zur Analyse gegeben worden, um die Zuverlässigkeit meiner chemischen Mitarbeiter zu prüfen. Ich glaube danach, für die volle Zuverlässigkeit der Analysen Gewähr leisten zu können.

Zunächst sind aus zahlreichen Dörfern, in denen Zahnuntersuchungen vorgenommen worden waren, durch Vermittlung der Herrn Lehrer Proben von Roggen und Kartoffeln beschafft worden. Sie wurden möglichst von solchen Feldern entnommen, die niemals künstlichen Mineraldünger erhalten hatten. Die nach und nach gesammelten Roggenproben sind in Cigarrenkistchen 1—2 Jahre lang in meinem Arbeitszimmer aufbewahrt worden, sodaß sie völlig lufttrocken waren. Dann habe ich sie unter meiner persönlichen Aufsicht gründlich waschen und im Wasserleitungsstrahle durchwirbeln lassen. Nach raschem Abspülen mit destilliertem Wasser sind die Roggenproben dann wieder unter Fließpapier getrocknet und in saubern Gläsern bis zur chemischen Analyse aufbewahrt worden. Da die Roggenkörner vor ihrer Reinigung vollkommen ausgetrocknet und durch ihre Zellulosehülle geschützt waren, so halte ich es für völlig ausgeschlossen, daß während der kurzen, aber gründlichen Reinigung irgendwelche Salze in nennenswerter Menge hätten ausgelaugt werden können. Noch viel größere Sorgfalt erforderte die mechanische Reinigung von Kartoffeln, Möhren und Sellerie. Schon die etwas rauhe Schale der Kartoffel ist nicht ganz leicht zu reinigen. Sehr schwierig aber war das gründliche Ausputzen der Augenvertiefungen. Wenn z. B. eine Kartoffel auf stark kalkhaltigem Lehmboden gewachsen ist, und es bleibt auch nur an einer Stelle in einer Vertiefung die kleinste Spur von Erde zurück, dann gibt das in der Analyse recht bedeutende Fehlerquellen. Ich habe daher die Reinigung der Wurzelgewächse stets eigenhändig vorge-

nommen, und zwar erforderte die Reinigung jeder einzelnen Kartoffel durchschnittlich etwa 5 Minuten Zeit. Kartoffeln und Möhren sind durch ihre Schale vor jeder nennenswerten Auslaugung während der Reinigung geschützt. Beim Sellerie mußten nach gründlicher mechanischer Reinigung der Knolle die Wurzelfasern am Orte ihres Ursprunges trichterförmig ausgestochen werden. Rings um diese Wurzelfaserursprünge läuft nämlich oft ein zylindrischer Spalt bis tief in die Sellerieknolle hinein. In diesem Spalte sind kleine Erdteilchen eingeschlossen, die unbedingt entfernt werden müssen. Bei den Blattgemüsen konnte keine mechanische Reinigung vorgenommen werden, da sonst die dünnen Blätter hätten ausgelaugt werden können. Ich habe aber zur chemischen Analyse nur große geschlossene Köpfe verwendet, bei denen Blatt für Blatt genau durchmustert worden ist. Nur die innern Blätter, die sich als völlig frei von jeder Verunreinigung erwiesen, dienten zur chemischen Analyse.

Ein Vergleich meiner Ergebnisse mit den bisher veröffentlichten Analysen von pflanzlichen Nahrungsmitteln zeigt aufs deutlichste, wie notwendig die von mir in Anwendung gebrachte peinlich genaue Reinigung war. Die Schwankungsbreite in der Menge der einzelnen Aschenbestandteile ist in meinen Analysen fast überall bedeutend geringer als in den von Wolff gesammelten Aschenanalysen. Während z. B. in meinen 60 Roggenanalysen (Tabelle 54) das größte Schwankungsverhältnis im Kalkgehalte nur 1 : 2 beträgt, steigert es

Vergleich der Durchschnittsergebnisse von 60 Roggenanalysen der vorliegenden Arbeit mit den Analysen aus Wolff „Aschenanalysen".

Tabelle 54.

Mittlere Menge der Aschenbestandteile in 1000 g Trockensubstanz.

	Anzahl der Analysen	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	SiO_2	K_2O	Na_2O
Nach Dr. C. Röses Zusammenstellung .	60	**0,67 g**	**2,27 g**	**0,79 g**	**0,08 g**	**0,19 g**	**6,45 g**	**0,16 g**
Nach Wolff „Aschenanalysen"	36	0,62 „	2,35 „	9,98 „	0,26 „	0,29 „	6,71 „	0,31 „

Größtes Schwankungsverhältnis bei den einzelnen Aschenbestandteilen.

Nach Dr. C. Röses Zusammenstellung .	60	1 : 2,0	1 : 1,4	1 : 1,6	1 : 2,7	1 : 4,8	1 : 1,3	1 : 4,1
Nach Wolff „Aschenanalysen"	36	1 : 4,8	1 : 1,6	1 : 1,3	1 : 17,0	1 : 11,3	1 : 1,3	0 : 4,5

Tabelle 55. Übersicht von 32 Kartoffelanalysen, die nach der Höhe Ausgeführt von

Ortschaft, aus deren Gemarkung die Kartoffeln entnommen worden sind	Durchschnittl. Gesamthärte im Trinkwasser des Ursprungsortes	Geologische Formation	Prozente der Trockensubstanz	In 100 g Trockensubstanz in				
				CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O
1. Reinhardtsdorf	1,9 °	Kreidesandstein	27,10	24,4	158,1	7,8	2545,0	246,3
2. Reinhardtsdorf	1,9 „	„	26,28	34,5	130,6	10,9	1878,0	160,7
3. Hinterdittersbach	1,8 „	„	24,60	36,6	165,1	10,2	—	—
4. Calmbach . .	1,4 „	Buntsandstein	23,47	38,2	183,5	8,0	3048,0	338,5
5. Malung . . .	2,7 „	Urgestein	19,88	40,0	—	9,0	—	—
6. Leksand . .	7,3 „	Urgestein, Diluviallehm	20,90	41,0	201,0	7,0	2708,0	5,0
7. Weistropp . .	23,6 „	Lösslehm	25,31	43,8	151,4	13,4	—	—
8. Andisleben .	—	Keuperletten, Diluviallehm	25,86	44,0	165,0	10,0	2161,0	10,0
9. Calmbach . .	1,4 „	Buntsandstein	23,33	45,0	193,0	8,0	2526,0	57,0
10. Klein-Gay . .	47,1 „	Diluviallehm	25,72	46,1	119,5	5,4	1821,0	78,3
11. Leopoldshall .	—	„	29,80	47,0	130,0	5,0	1898,0	39,0
12. Dachwig . .	—	Keuperletten	24,48	47,4	144,8	9,0	1909,0	21,8
13. Slite	14,5 „	Silurkalk	30,86	48,9	114,3	4,0	1635,0	21,5
14. Leopoldshall .	—	Diluviallehm	23,40	53,0	106,0	5,0	2076,0	15,0
15. Frankenhausen	54,8 „	Gips, Alluvium	26,87	53,4	125,5	4,2	2358,4	6,9
16. Dachwig . .	—	Diluviallehm, Keuperletten	23,91	54,7	182,0	6,5	2303,0	0,0
17. Dachwig . .	—	Diluviallehm, Keuperletten	24,28	60,3	153,6	5,6	2251,0	3,0
18. Rättvik . . .	6,5 „	Urgestein, Diluviallehm	23,46	65,0	207,0	6,0	2495,0	0,0
19. Visby . . .	13,6 „	Silurkalk	27,30	65,1	160,0	10,0	1891,0	8,0
20. Dachwig . .	—	Diluviallehm, Keuperletten	24,54	71,1	181,4	7,0	1708,0	6,5
21. Sebnitz . . .	1,2 „	Granit	19,84	75,8	195,0	12,0	3112,0	297,0
22. Grüningen . .	77,8 „	Diluviallehm	22,46	76,7	158,0	6,5	2218,0	0,0
23. Clingen . . .	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten	23,8	78,9	171,1	3,3	1954,7	29,0
24. Elfdalen . .	3,0 „	Urgestein	15,61	81,0	325,0	13,0	4444,0	66,0
25. Kleinbrüchter	30,6 „	Muschelkalk, Keuperletten	23,60	83,0	205,0	10,0	2490,0	34,0
26. Rüdigsdorf .	82,3 „	Gips	23,73	87,7	137,7	3,9	2378,6	27,9
27. Clingen . . .	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten	24,33	89,5	162,6	4,0	1855,4	38,5
28. Clingen . . .	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten	24,5	91,1	152,6	4,2	1663,1	40,6
29. Steigerthal .	57,9 „	Gips	29,73	95,1	144,9	4,9	2584,0	21,6
30. Clingen . . .	39,9 „	Diluviallehm	24,7	98,5	164,1	4,4	1948,4	46,1
31. Kleinbrüchter	30,6 „	Muschelkalk, Keuperletten	24,16	112,0	159,0	20,0	2192,0	30,0
32. Hohenebra .	34,3 „	Keuperletten	22,37	127,0	174,0	10,0	2386,0	33,0
Durchschnitt:			24,38%	**61**	**165**	**8**	**2291**	**58**

Mittlere Menge der Aschenbestandteile in 1000 g Trockensubstanz in g.

	Anzahl der Analysen	CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl	SO_3	Summa der Bestandteile
Nach Dr. C. Röses Zusammenstellung . .	32	0,64	1,65	0,08	22,91	0,58	5,37	1,52	2,87	35,6
Nach Wolff „Aschenanalysen“	59	1,00	1,87	0,42	22,76	1,12	6,39	1,31	2,47	37,3

ihres Kalkgehaltes in der Trockensubstanz geordnet sind.
Dr. Pässler und R. Berg.

sind enthalten mg			Prozente der gesamten Reinasche in der Trockensubstanz	In 100 Teilen der Reinasche sind enthalten (ohne Kohlensäure und Kieselsäure)							
P_2O_5	Cl	SO_3		CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl	SO_3
806,2	207,5	343,6	4,36	0,56	3,62	0,18	58,38	5,65	18,49	4,76	7,88
482,6	204,9	272,6	3,42	1,01	3,98	0,32	54,92	4,70	14,11	5,99	7,97
584,7	56,6	345,7	3,77	0,97	4,38	0,27	—	—	15,51	1,50	9,17
363,5	113,7	217,2	4,39	0,87	4,18	0,18	69,44	7,71	8,28	2,59	4,95
657,0	241,0	321,0	3,00	1,33	—	0,31	—	—	21,91	8,03	10,71
651,0	96,0	192,0	4,56	0,91	4,41	0,16	59,43	0,11	14,28	2,10	4,21
647,8	79,4	322,1	3,27	1,34	4,63	0,41	—	—	19,81	2,42	9,85
399,0	144,0	331,0	3,85	1,14	4,31	0,27	56,16	0,25	10,38	3,76	8,61
537,0	164,0	260,0	4,36	1,03	4,42	0,19	57,91	1,29	12,32	3,76	5,97
521,6	354,4	253,4	3,61	1,28	3,31	0,15	50,44	2,17	14,45	9,79	7,02
526,0	219,0	287,0	3,41	1,38	3,81	0,15	55,63	1,15	15,42	6,42	8,40
659,6	136,2	358,8	3,49	1,36	4,15	0,26	54,62	0,62	18,90	3,96	10,28
384,4	136,0	186,1	2,93	1,67	3,90	0,14	55,75	0,73	13,12	4,64	6,35
441,0	178,1	179,1	3,45	1,54	3,07	0,14	60,20	0,42	12,80	5,21	5,19
472,6	—	—	4,01	1,33	3,13	0,11	58,81	0,17	11,79	—	—
356,6	117,5	270,1	4,08	1,34	4,46	0,16	56,46	0	8,74	2,88	6,62
336,3	184,2	225,1	3,97	1,52	3,87	0,14	56,70	0,08	8,47	4,64	5,67
588,0	122,0	246,0	4,44	1,46	4,67	0,14	56,28	0	13,26	2,76	5,56
537,3	155,1	260,4	3,50	1,86	4,57	0,29	54,06	0,23	15,35	4,43	7,44
404,1	144,6	234,0	3,34	2,13	5,43	0,22	51,12	0,19	12,10	4,33	6,99
685,0	287,0	411,0	5,23	1,45	3,73	0,23	59,50	5,67	13,05	5,48	7,85
378,4	84,9	270,2	4,31	1,78	3,66	0,15	51,42	0	8,78	1,97	6,27
425,1	—	—	3,81	2,07	4,51	0,09	51,30	0,76	11,15	—	—
1249,0	161,0	428,0	7,59	1,06	4,28	0,17	58,54	0,87	16,45	2,13	5,65
568,0	61,0	285,0	4,59	1,81	4,46	0,21	54,29	0,74	12,39	1,33	6,21
555,7	—	—	4,64	1,89	2,97	0,08	51,31	0,60	11,99	—	—
386,5	—	—	3,48	2,60	4,69	0,12	53,32	1,12	11,12	—	—
383,0	—	—	3,08	2,96	4,96	0,14	54,00	1,32	12,45	—	—
517,5	—	—	4,59	2,07	3,16	0,11	56,35	0,47	11,28	—	—
351,5	—	—	3,56	2,77	4,61	0,12	54,73	1,29	9,87	—	—
714,0	91,0	319,0	4,26	2,63	3,74	0,47	51,46	0,71	16,78	2,14	7,55
618,0	71,0	351,0	4,22	3,00	4,11	0,24	56,59	0,77	14,67	1,68	8,33
587	**152**	**287**	***4,02***	**1,68%**	**4,10%**	**0,20%**	**55,84%**	**1,87%**	**13,42%**	**3,95%**	**7,28%**

Größtes Schwankungsverhältnis bei den einzelnen Aschenbestandteilen.

	Anzahl der Analysen	CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl	SO_3
Nach Dr. C. Röses Zusammenstellung	32	1: 5,4	1: 1,8	0,08—0,47	1:1,4	0— 7,7	1:2,6	1:7,4	1: 2,5
Nach Wolff „Aschenanalysen" . . .	59	1:18,0	1:10,4	0,00—7,20	1:1,7	0—17,5	1:3,2	1:18,0	1:37,3

sich in den 36 von Wolff gesammelten Analysen auf 1 : 4,8. Beim Kalkgehalte der Kartoffeln gibt Wolff eine Schwankungsbreite von 1 : 18 an, in meiner Tabelle 55 aber beträgt sie nur 1 : 5,4. Die Durchschnittszahlen der gewogenen Aschenmengen vom Roggen stimmen in den Analysen von Wolff und mir ganz auffällig überein (Tabelle 54); nur bei Eisen und Natron weichen sie voneinander ab. Beim Vergleiche der beiderseitigen Kartoffelanalysen aber gibt Wolff teilweise etwas höhere Aschenmengen an. Ganz besonders auffällig ist der Unterschied im Gehalte an CaO; ich vermute, daß dieser höhere Kalkgehalt der Wolffschen Analysen wenigstens teilweise durch ungenügende mechanische Reinigung der untersuchten Kartoffeln bedingt worden ist. Auf demselben Grunde beruht vielleicht auch der mehr als 5mal zu hohe Eisengehalt. Es werden kleine anhaftende Tonerdemengen mit dem Eisen ausgefällt und als solches berechnet worden sein.

Aus den Ergebnissen meiner Analysen geht zunächst mit Sicherheit hervor, daß der Aschengehalt der pflanzlichen Nahrungsmittel des Menschen in viel kleinern Grenzen schwankt, als ich bis dahin angenommen hatte. Es fragte sich nun, ob in diesen kleinen Grenzen trotzdem noch ein Zusammenhang zwischen dem Erdsalzgehalte des Bodens und der Bodenfrüchte bestünde. Tabelle 55 lehrt in der Tat, daß die Kartoffeln mit geringstem Calciumgehalte vorwiegend in kalkarmen Gegenden gewachsen sind, während die Orte mit harten Trinkwässern und kalkreichen Böden sich auch durch einen etwas höhern Kalkgehalt der Kartoffeln auszeichnen. Noch klarer geht dieser Zusammenhang aus der Tabelle 56 hervor. Gleichzeitig mit den Roggen- und Kartoffelproben hatte ich mir teilweise auch eine Anzahl von Bodenproben der Äcker besorgt, auf dem die Bodenfrüchte gewachsen waren. Teilt man diese Böden nach der Höhe ihres Kalkgehaltes in drei Gruppen ein, dann nimmt von Gruppe zu Gruppe auch der durchschnittliche CaO-Gehalt der Kartoffeln und des Roggens ab. Immerhin schwankt der durchschnittliche Calciumgehalt der Bodenfrüchte in viel engern Grenzen als der Calciumgehalt der Ackerböden selbst. Bei Magnesia und Phosphorsäure dagegen war überhaupt kein Zusammenhang zwischen Boden und Bodenfrüchten nachzuweisen (Tabellen 57 und 58).

Ganz ähnlich verhalten sich die Wurzelgewächse und Blattgemüse (Tabelle 59). Bei Äpfeln ist nicht einmal eine Beziehung im Calciumgehalte nachweisbar. Die Äpfel mit dem höchsten Gehalte an CaO stammen vielmehr gerade aus dem kalkarmen Orte Tambach. Die betreffenden Bäume stehen dort allerdings in einem gutgepflegten Garten und wurden öfters mit Holzasche gedüngt, die bekanntlich sehr große Mengen Kalk enthält (Tabelle 60).

Tabelle 56. **Die Beziehungen zwischen dem Kalkgehalte des Bodens und der darauf wachsenden Bodenfrüchte.**

Gemarkung	Gehalt des Bodens an CaO in %	100 g Trockensubstanz enthalten CaO in mg	
		Kartoffeln	Roggen
Clingen	15,88	—	71,4 (nach Prof. v. Bunge)
Clingen	15,88	—	69,0 (nach Ragnar Berg)
Clingen	15,88	—	61,2 (nach Dr. Pässler)
Clingen (Mittel aus zwei Bodenanalysen von demselben Acker)	9,59	89,5	—
Grüningen	7,82	76,7	—
Slite	7,77	48,9	79,2
Ihringen	4,89	—	78,1
Rüdigsdorf	3,92	87,7	—
Visby	2,40	65,1	79,2
		73,6	**73,0**
Kleinbrüchter II	1,84	112,0	—
Frankenhausen	1,63	53,4	—
Klein-Gay	1,48	46,1	54,4
Steigerthal	1,38	95,1	—
Leopoldshall	1,01	47,0	—
Leopoldshall	0,88	53,0	—
Kleinbrüchter I	0,79	83,0	—
Rättvik	0,58	—	71,0
Elfdalen	0,58	—	74,1
Malung	0,54	40,0	—
		66,2	**66,5**
Rättvik	0,44	65,0	—
Sebnitz	0,39	75,8	—
Elfdalen	0,39	81,0	—
Leksand	0,35	—	65,4
Leksand	0,34	41,0	—
Hinterdittersbach	0,32	36,6	—
Weistropp	0,26	43,8	—
Hinterhermsdorf	0,24	—	46,9
Malung	0,17	—	56,2
Reinhardtsdorf	0,05	34,5	56,8
Reinhardtsdorf	0,05	24,4	—
		50,3	**56,3**

Zusammenstellung.

Gehalt des Bodens an CaO in %	*Kartoffeln* CaO in mg			*Roggen* CaO in mg		
	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel
über 2,0	89,5	48,9	***73,6***	79,2	61,2	***73,0***
0,5—1,9	112,0	40,0	***66,2***	74,1	54,4	***66,5***
unter 0,5	81,0	24,4	***50,3***	65,4	46,9	***56,3***

Man beachte: Es besteht ein gewisses Wechselverhältnis zwischen dem Kalkgehalte des Bodens und der Bodenfrüchte.

Tabelle 57. **Die Beziehungen zwischen dem Magnesiagehalte des Bodens und der darauf wachsenden Bodenfrüchte.**

Gemarkung	Gehalt des Bodens an MgO in %	100 g Trockensubstanz enthalten MgO in mg	
		Kartoffeln	Roggen
Grüningen	2,07	158,0	—
Clingen (Mittel aus zwei Bodenanalysen von demselben Acker)	1,81	162,6	—
Clingen	1,69	—	235,5 (nach Ragnar Berg)
Clingen	1,69	—	217,9 (nach Prof. v. Bunge)
Clingen	1,69	—	215,8 (nach Dr. Pässler)
Ihringen	1,40	—	210,9
Rüdigsdort	1,35	137,7	—
Steigerthal	1,02	144,9	—
		150,8	**220,0**
Kleinbrüchter II	0,73	159,0	—
Sebnitz	0,73	195,0	—
Frankenhausen	0,64	125,5	—
Leopoldshall	0,62	130,0	—
Slite	0,60	114,3	230,0
Kleinbrüchter I	0,50	205,0	—
Klein-Gay	0,49	119,5	219,1
Leopoldshall	0,46	106,0	—
Visby	0,45	160,0	222,2
Weistropp	0,37	151,4	—
		146,6	**223,8**
Elfdalen	0,27	—	213,6
Hinterhermsdorf	0,27	—	199,3
Rättvik	0,27	—	226,4
Rättvik	0,26	207,0	—
Hinterdittersbach	0,20	165,1	—
Leksand	0,17	201,0	—
Malung	0,14	—	194,1
Leksand	0,13	—	201,8
Reinhardtsdorf	0,02	158,1	236,7
Reinhardtsdorf	0,02	130,6	—
		172,3	**212,0**

Zusammenstellung.

Gehalt des Bodens an MgO in %	100 g Trockensubstanz enthalten MgO in mg	
	Kartoffeln	*Roggen*
über 1,0	***150,8***	***220,0***
0,3—1,0	***146,6***	***223,8***
unter 0,3	***172,3***	***212,0***

Man beachte: Der Magnesiagehalt der Bodenfrüchte steht in keinem regelrechten Wechselverhältnis zum Magnesiagehalte des Bodens.

Tabelle 58. **Die Beziehungen zwischen dem Phosphorsäuregehalte des Bodens und der darauf wachsenden Bodenfrüchte.**

Gemarkung	Gehalt des Bodens an P_2O_5 in %	100 g Trockensubstanz enthalten P_2O_5 in mg	
		Kartoffeln	Roggen
Clingen	0,49	—	993 (nach Ragnar Berg)
Clingen	0,49	—	930 (nach Prof. v. Bunge)
Clingen	0,49	—	851 (nach Dr. Pässler)
Elfdalen	0,30	—	876
Visby	0,23	537	1070
Grüningen	0,22	378	—
Sebnitz	0,22	685	—
Leksand	0,22	651	—
Hinterdittersbach	0,21	585	—
Ihringen	0,20	—	893
		567	**935**
Kleinbrüchter I	0,17	568	—
Kleinbrüchter II	0,15	714	—
Malung	0,15	657	—
Hinterhermsdorf	0,14	—	828
Rättvik	0,12	—	996
Frankenhausen	0,13	473	—
Slite	0,12	384	1018
Weistropp	0,11	648	—
Klein-Gay	0,11	522	999
Leopoldshall	0,11	526	—
Clingen	0,11	387	—
		542	**960**
Leopoldshall	0,098	441	—
Rüdigsdorf	0,095	556	—
Steigerthal	0,073	518	—
Rättvik	0,072	588	—
Leksand	0,062	—	970
Reinhardtsdorf	0,018	483	1052
Reinhardtsdorf	0,018	806	—
Malung	unwägbare Spuren	—	834
		566	**952**

Zusammenstellung.

Gehalt des Bodens an P_2O_5 in %	100 g Trockensubstanz enthalten P_2O_5 in mg	
	Kartoffeln	*Roggen*
über 0,2	*567*	*935*
0,1–0,2	*542*	*960*
unter 0,1	*566*	*952*

Man beachte: Der Phosphorsäuregehalt der Bodenfrüchte steht in keinem regelrechten Wechselverhältnis zum Phosphorsäuregehalte des Bodens.

Tabelle 59. **Analysen von verschiedenen Gemüsearten aus** Ausgeführt von

Herkunftsort	Durchschnittliche Gesamthärte im Trinkwasser des Ursprungsortes	Geologische Formation	Prozente der Trockensubstanz	In 100 g ent-		
				CaO	MgO	K_2O
						Rot-
a) Sebnitz	1,2°	Granit	9,73	559,3	331,0	—
b) Hinterhermsdorf	1,8 „	Kreidesandstein. Granit	8,39	588,8	306,4	—
c) Clingen	39,9 „	Keuperletten, Diluviallehm	11,73	677,6	321,9	—
						Möh-
a) Sebnitz	1,2°	Granit	13,60	429,5	389,2	—
b) Hinterdittersbach	1,8 „	Kreidesandstein	23,49	527,7	135,3	—
c) Weißensee . . .	114,2 „	Keuperletten, Diluvium	18,76	445,0	225,0	2825,0
d) Grüningen . .	77,8 „	„ „	19,08	619,0	233,0	2988,0
						Selle-
a) Tambach . . .	1,4°	Rotliegendes	16,65	511,2	224,5	2477,0
b) Grüningen . .	77,8 „	Keuperletten, Diluvium	16,61	635,0	345,0	—
c) Weißensee . .	114,2 „	„ „	19,36	620,0	305,0	3641,0
						Weiß-
Coschütz		Diluviallehm	7,50	572,9	243,2	2153,7
						Savoyer-
Dresden		Diluviallehm	6,82	881,2	423,3	4749,0
						Blumen-
Dresden		Diluviallehm	8,76	530,1	324,8	5329,0

Tabelle 60. **Analysen von Äpfeln aus erdsalzarmer** Ausgeführt von

Herkunftsort	Durchschnittliche Gesamthärte im Trinkwasser des Ursprungsortes	Geologische Formation	Prozente der Trockensubstanz	In 100 g ent-		
				CaO	MgO	K_2O
						1. Gold-
a) Reinhardtsdorf .	1,9°	Kreidesandstein	10,18	43,7	47,7	1245,9
b) Tambach . . .	1,4 „	Rotliegendes	10,87	76,8	57,9	1063,3
c) Leuben b. Riesa	22,3 „	Diluviallehm	12,07	36,4	62,4	1117,8
d) Dachwig . . .	—	Keuperletten, Diluviallehm	10,38	52,8	47,5	1324,6
						2. Graven-
a) Tambach . . .	1,4°	Rotliegendes	9,75	198,3	70,9	1305,7
b) Leuben	22,3 „	Diluviallehm	10,81	51,5	60,7	1253,3
c) Dachwig . . .	— „	Keuperletten, Diluviallehm	11,04	43,6	75,5	1592,2
d) Grüningen . .	77,8 „	„ „	10,23	48,8	64,1	1218,8

erdsalzarmer und erdsalzreicher Gegend.
R. Berg und Dr. Pässler.

Trockensubstanz sind halten in mg					Prozente der Reinasche in der Trockensubstanz	Zusammensetzung der Reinasche in %							
Na_2O	Cl	SO_3	P_2O_5	Fe_2O_3		CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Cl	SO_3	P_2O_5	Fe_2O_3
kraut:													
—	246,3	1230,0	765,3	20,2	7,77	7,20	4,26	—	—	3,17	15,83	9,85	0,26
—	395,8	1191,8	669,1	19,5	7,51	7,84	4,08	—	—	5,27	15,87	8,91	0,26
—	117,3	935,7	687,1	20,5	7,87	8,61	4,09	—	—	1,49	11,89	8,73	0,26
ren:													
—	264,4	482,6	1253,5	14,9	7,47	5,75	5,21	—	—	3,54	6,46	16,78	0,20
—	205,7	163,3	1490,1	15,3	9,02	5,85	1,50	—	—	2,28	1,81	16,52	0,17
237,0	357,0	415,0	587,0	15,0	7,74	5,75	2,91	36,50	3,06	4,61	5,37	7,58	0,20
299,0	300,0	253,0	1315,0	12,0	9,19	6,73	2,54	32,48	3,25	3,26	2,75	14,29	0,13
rie:													
143,6	150,8	138,0	1355,1	14,1	6,70	7,63	3,35	36,97	2,14	2,25	2,06	20,24	0,21
—	118,0	178,0	1739,0	8,0	8,83	7,18	3,90	—	—	1,34	2,02	19,69	0,09
210,0	160,0	183,0	1319,0	12,0	7,85	7,90	3,88	46,39	2,68	2,04	2,34	16,79	0,12
kraut:													
701,8	361,8	1062,3	900,9	17,2	7,46	7,68	3,26	28,91	9,41	4,85	14,24	12,08	0,23
kohl:													
262,0	—	—	1331,0	23,3	10,71	8,23	3,95	44,31	2,45	—	—	12,42	0,22
kohl:													
145,0	—	—	1254,0	10,5	10,69	4,96	3,03	49,83	1,36	—	—	11,73	0,10

und erdsalzreicher Gegend.
R. Berg.

Trockensubstanz sind halten in mg					Prozente der Reinasche in der Trockensubstanz	Zusammensetzung der Reinasche in %							
Na_2O	Cl	SO_3	P_2O_5	Fe_2O_3		CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Cl	SO_3	P_2O_5	Fe_2O_3
parmäne:													
25,5	9,6	84,0	308,4	34,5	2,24	1,95	2,13	55,62	1,14	0,43	3,75	13,77	1,54
292,3	18,7	117,2	201,8	6,1	2,17	3,54	2,67	49,0	13,47	0,86	5,40	9,30	0,28
116,3	22,2	107,1	248,1	22,2	2,13	1,71	2,93	52,46	5,44	1,04	5,03	11,65	1,04
8,4	12,0	69,4	219,8	13,2	2,40	2,20	1,98	55,19	0,35	0,50	2,89	9,16	0,55
steiner:													
95,0	9,6	110,7	258,3	16,2	2,34	8,47	3,03	55,80	4,06	0,41	4,73	11,04	0,69
52,4	13,6	67,5	221,8	16,5	2,20	2,34	2,76	56,97	2,38	0,62	3,07	10,08	0,75
25,8	15,8	82,9	176,0	9,3	2,83	1,54	2,67	56,26	0,91	0,56	2,93	6,22	0,33
205,2	16,4	86,0	136,1	9,0	2,25	2,17	2,85	54,17	9,12	0,73	3,82	6,05	0,40

Aus dem ersten Abschnitte dieser Arbeit geht hervor, daß die Güte der menschlichen Zähne in einem ganz genauen Wechselverhältnis zur Trinkwasserhärte steht. Der Erdsalzgehalt des Trink-

60 Roggenanalysen, geordnet nach der Trinkwasserhärte

Tabelle 61. Ausgeführt von Dr. Pässler,

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer in deutschen Härtegraden	Geologische Formation
Calmbach (Württemberg) . .	1,4 °	Buntsandstein
Baiersbronn „ . .	1,4 „	Buntsandstein, Gneis
Tambach (Thüringen) . . .	1,4 „	Rotliegendes
Rieneck (Bayern)	1,7 „	Buntsandstein
Zella St. Blasii (Thüringen)	1,7 „	Granit
Hinterhermsdorf (Sachsen) .	1,8 „	Kreidesandstein
Reinhardtsdorf „ .	1,9 „	„
Unter Zwota „ .	1,9 „	Cambrische Schiefer
Durchschnitt:	unter 2,0 °	

Tabelle 62.

Grünbach (Sachsen)	2,5 °	Cambrische Schiefer
Malung (Schweden)	2,7 „	Urgestein
Nybro „	2,8 „	Granit
Elfdalen „	3,0 „	Urgestein
Sonnefeld (Thüringen) . . .	3,4 „	Keupersand
Schönbach (Sachsen) . . .	3,6 „	Granit, Diluvium
Durchschnitt:	2,0—4,9 °	

Tabelle 63.

Rättvik (Schweden)	6,5 °	Urgestein, Diluviallehm
Adelmannsfelden (Württemb.)	6,7 „	Keupersandstein
Welzheim „	7,0 „	Keupersand, Jurasand
Flen (Schweden)	7,2 „	Gneis
Leksand „	7,3 „	Urgestein, Diluviallehm
Krylbo „	7,4 „	Granit
Sanda „	8,7 „	Diluvium, Silurkalkunterlage
Pfalzgrafenweiler (Württbg.)	9,8 „	Buntsandstein
Durchschnitt:	5,0—9,9 °	

Tabelle 64.

Mjölby (Schweden)	10,1 °	Granit, Diluviallehm
Köping „	11,2 „	Untersilurischer Kalk
Ellenberg (Württemberg) . .	11,5 „	Keupersand, Jurasand
Åland (Schweden)	11,7 „	Granit, Diluviallehm
Visby „	13,6 „	Obersilurischer Kalk
Slite „	14,5 „	„
Durchschnitt:	10,0—14,9 °	

wassers stimmt aber durchaus nicht immer mit dem Erdsalzgehalte der Ackerkrume überein. Ich habe nun, ähnlich wie in den Tabellen 4—13, meine 60 Aschenanalysen vom Roggen nach der Trinkwasser-

der Ortschaften, aus deren Flur sie entnommen sind.
R. Berg und Prof. v. Bunge.

In 100 g Trockensubstanz sind enthalten in mg							Prozente der Trocken-substanz	Proteingehalt in Prozenten der Trocken-substanz
CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	SiO_2	K_2O	Na_2O		
50,6	224,0	1010,0	12,7	20,9	589,8	8,8	88,2	11,6
60,5	254,2	1130,0	8,9	22,1	—	—	82,9	15,6
61,5	219,2	1033,0	5,9	—	—	—	86,6	—
60,1	226,6	955,0	12,8	30,4	—	—	80,2	12,3
70,2	228,8	1037,0	8,3	16,1	—	—	83,8	11,9
46,9	199,3	828,0	9,0	10,2	637,0	10,4	95,1	10,5
56,8	236,7	1052,0	4,8	16,2	—	—	82,2	12,0
60,3	233,9	1038,0	10,3	7,8	—	—	79,5	15,4
58,4	**227,8**	**1010,4**	**9,1**	**17,7**	**613,4**	**9,6**	**84,8**	**12,8**
59,0	—	1117,0	10,5	14,4	—	—	80,0	15,2
56,2	194,1	834,0	7,7	12,3	593,4	10,5	81,8	14,8
59,7	232,7	977,0	8,0	17,9	—	—	80,6	12,4
74,1	213,6	876,0	8,0	20,1	711,0	13,1	80,1	14,9
62,6	245,2	962,0	11,3	23,8	—	—	83,0	15,7
66,6	214,0	909,0	7,5	18,4	—	—	84,1	10,2
63,0	**219,9**	**945,8**	**8,8**	**17,8**	**652,2**	**11,8**	**81,6**	**13,9**
71,0	226,4	996,0	9,7	21,8	726,7	35,8	87,8	16,0
58,4	229,8	1023,0	7,1	17,3	—	—	83,0	13,3
72,2	246,2	1088,0	10,6	23,5	—	—	81,2	15,0
52,5	210,2	763,0	7,9	14,8	—	—	82,3	11,3
65,4	201,8	970,0	10,1	29,9	662,5	33,1	79,1	17,2
60,2	214,2	756,0	7,2	12,8	562,7	17,9	81,9	12,3
69,3	233,6	998,0	6,7	18,6	638,7	14,0	84,2	11,2
84,4	236,7	1007,0	11,0	24,6	—	—	81,2	9,3
66,7	**224,9**	**950,1**	**8,8**	**20,4**	**647,6**	**25,2**	**82,6**	**13,2**
69,3	211,5	773,0	9,9	13,4	—	—	81,1	16,0
63,9	227,7	897,0	9,1	19,3	—	—	79,3	9,9
68,4	222,9	1000,0	11,4	24,0	—	—	82,3	12,9
60,7	208,2	1062,0	9,2	11,5	—	—	82,7	13,0
79,2	222,2	1070,0	5,7	17,6	669,1	12,5	80,1	12,6
79,2	230,0	1018,0	6,1	16,7	666,1	12,1	81,4	10,2
70,1	**220,4**	**970,0**	**8,6**	**17,1**	**667,6**	**12,3**	**81,2**	**12,4**

Ortschaft	Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer in deutschen Härtegraden	Geologische Formation
Tabelle 65.		
Lau (Schweden)	15,1 °	Obersilurischer Kalk
Klinte „	15,8 „	„
Klintehamn „	15,8 „	„
Langenargen (Württemberg)	16,8 „	Diluviallehm und Schotter
Krumbach (Bayern)	16,8 „	Miocän
Böhringen (Württemberg) .	17,1 „	Jurakalk
Tettnang „ .	17,2 „	Diluviallehm
När (Schweden)	17,3 „	Obersilurischer Kalk
Kißlegg (Württemberg) . ,	17,9 „	Diluvium
Ihringen (Baden)	18,8 „	Löss
Bermaringen (Württemberg)	19,0 „	Jurakalk
Neukirch (Schweiz)	19,4 „	Diluviallehm
Borgholm (Schweden) . . .	19,6 „	Untersilurischer Kalk
Münsingen (Württemberg) .	19,8 „	Jurakalk
Durchschnitt:	15,0—19,9 °	
Tabelle 66.		
Zainingen (Württemberg) . .	22,4 °	Jurakalk
Hüttlingen (Schweiz) . . .	22,8 „	Miocän, Diluvium
Aulendorf (Württemberg) . .	22,8 „	Diluvium
Groß Furra (Thüringen) . .	23,9 „	Buntsandstein
Skenninge (Schweden) . . .	24,6 „	Silurkalk, Diluvium
Arnstein (Bayern)	24,6 „	Muschelkalk
Durchschnitt:	20,0—24,9 °	
Tabelle 67.		
Hamma (Thüringen)	25,5 °	Buntsandstein
Öja (Schweden)	26,9 „	Silursandstein, Diluvium
Landenbach (Württemberg) .	28,0 „	Muschelkalk
Gomaringen „ .	29,7 „	Lias, Dogger
Ertingen „ .	30,7 „	Miocän, Diluvium
Hohenebra (Thüringen) . .	34,3 „	Keuperletten
Durchschnitt:	25,0—34,9 °	
Tabelle 68.		
Meeder (Thüringen)	35,9 °	Keuperletten
Clingen „	39,9 „	Keuperletten, Diluviallehm
Clingen „	39,9 „	„ „
Clingen „	39,9 „	„ „
Klein Gay (Posen)	47,1 „	Diluviallehm
Königsberg (Franken) . . .	99,7 „	Keuper-Gipsletten
Durchschnitt:	über 35,0 °	

In 100 Trockensubstanz sind enthalten in mg							Prozente der Trocken-substanz	Proteinhalt in Prozenten der Trocken-substanz
CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	SiO_2	K_2O	Na_2O		
76,2	259,1	1053,0	6,9	12,6	—	—	79,1	12,3
70,1	208,5	732,0	7,3	16,2	—	—	83,8	10,7
79,8	214,4	766,0	6,0	11,2	—	—	84,5	9,4
62,8	241,7	1113,0	8,9	25,9	—	—	80,6	14,3
69,4	242,3	1107,0	9,2	15,7	—	—	82,8	13,6
71,6	232,4	1108,0	6,4	14,4	—	—	82,0	13,5
52,7	240,5	1110,0	6,5	16,7	—	—	82,6	14,5
71,5	222,8	887,0	5,4	11,4	—	—	83,4	10,6
63,3	276,6	1200,0	10,0	15,8	—	—	81,8	17,3
78,1	210,9	893,0	5,8	10,4	—	—	82,9	10,2
91,5	—	1008,0	9,3	28,6	—	—	80,4	11,6
55,4	222,7	1029,0	7,8	15,3	—	—	83,8	13,0
73,9	221,9	932,0	6,2	13,8	—	—	81,5	10,5
91,1	243,4	1062,0	5,5	13,4	—	—	84,4	12,6
72,0	**233,6**	**1000,0**	**7,2**	**15,8**	—	—	**82,4**	**12,4**
87,9	222,2	967,0	11,2	20,1	—	—	84,4	11,6
55,5	228,6	1068,0	6,8	11,7	—	—	80,6	10,9
65,1	232,7	1060,0	8,4	21,7	—	—	82,8	13,0
76,6	215,4	950,0	6,3	22,4	—	—	80,3	12,0
46,6	223,5	994,0	5,7	16,7	—	—	78,9	10,7
68,5	214,4	892,0	7,3	29,6	—	—	83,8	10,3
66,7	**222,8**	**988,5**	**7,6**	**20,4**	—	—	**81,8**	**11,4**
67,4	230,3	906,0	8,2	20,2	—	—	84,0	11,4
70,5	217,8	859,0	6,3	13,5	—	—	81,8	11,3
59,8	241,2	1059,0	9,1	37,3	—	—	81,1	12,1
73,6	246,2	1080,0	7,3	20,5	—	—	82,1	13,2
67,6	245,3	1087,0	9,4	22,9	—	—	83,8	13,8
69,6	226,1	973,0	—	27,2	—	—	83,4	12,9
68,1	**234,5**	**994,0**	**8,1**	**23,6**	—	—	**82,7**	**12,5**
63,0	201,9	885,0	5,9	26,1	—	—	83,1	10,8
61,2	215,8	851,2	10,0	26,7	608,7	13,2	96,3	11,7
69,0	235,5	993,0	9,4	—	—	—	96,5	—
71,4	217,9	930,3	5,3	—	—	—	86,3	—
54,4	219,1	999,0	10,5	15,9	669,0	14,8	88,0	10,2
60,5	238,6	1006,0	8,1	27,9	—	—	82,9	11,4
63,3	**221,5**	**944,1**	**8,2**	**24,2**	**638,9**	**14,0**	**88,8**	**11,0**

Tabelle 69. **Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des**

Durchschnittliche Gesamthärte der untersuchten Trinkwässer in deutschen Härtegraden	Anzahl der Roggenanalysen	In 100 g	
		CaO	MgO
unter 2,0 °	8	58,4	227,8
2,0— 4,9 „	6	63,0	219,9
5,0— 9,9 „	8	66,7	224,9
10,0—14,9 „	6	70,1	220,4
15,0—19,9 „	14	72,0	233,6
20,0—24,9 „	6	66,7	222,8
25,0—34,9 „	6	68,1	234,5
über 35,0 „	6	63,3	221,5

Man beachte: Der Aschengehalt des Roggens ist völlig unabhängig

härte des Herkunftsortes in 8 Gruppen eingeteilt (Tabellen 61—68). Die Übersicht auf Tabelle 69 zeigt nun, daß der Aschengehalt des Roggens völlig unabhängig von der durchschnittlichen Trinkwasserhärte seines Herkunftsortes ist. Der Kalkgehalt steigt zwar in den ersten 5 Gruppen ein wenig an, sinkt aber dann gerade in den Gegenden mit den härtesten Wässern und den besten Zähnen wieder bis unter den mittlern Durchschnitt herab. Alle übrigen Aschenbestandteile des Roggens schwanken in noch viel engern Grenzen.

Aus Tabelle 69 läßt sich mit aller Sicherheit erkennen, daß die bedeutenden Unterschiede in der Güte des menschlichen Gebisses **nicht** vom verschieden hohen Erdsalzgehalte der **Bodenfrüchte** herrühren können. Sie beruhen vielmehr auf der verschiedenen Härte der **Trinkwässer.** Die Erdsalze des genossenen harten Wassers können vom menschlichen Körper unmittelbar aufgenommen und verwertet werden. Phosphorsaure Salze sind ja in allen Nahrungsmitteln reichlich vorhanden. **Die zahn- und knochenbildenden Zellen sind die geheimnisvollen Werkstätten, in denen die löslichen Phosphorsäurebestandteile der Nahrungsmittel und die löslichen Erdsalzbestandteile des Trinkwassers zu ihren endgültigen unlöslichen Verbindungen vereint werden.**

Abgesehen von ihrem eigenen geringen Erdsalzgehalte haben nun aber die **weichen** Wässer noch eine andere, bisher wenig beachtete schädliche Eigenschaft: **Sie laugen die Erdsalze der Nahrungsmittel beim Kochen in ganz beträchtlichem Umfange aus.** Einer jeden Hausfrau ist es bekannt, daß die schmackhaften Nährsalze von Fleisch und Gemüse durch das Kochwasser ausgelaugt werden können. Der bekannte Fleischextrakt besteht ja

Trinkwassers und dem Aschengehalte des Roggens.

Trockensubstanz sind enthalten in mg					Prozente der Trocken-substanz	Proteingehalt in Prozenten der Trocken-substanz
P_2O_5	Fe_2O_3	SiO_2	K_2O	Na_2O		
1010,4	9,1	17,7	613,4	9,6	84,8	12,8
945,8	8,8	17,8	652,2	11,8	81,6	13,9
950,1	8,8	20,4	647,6	25,2	82,6	13,2
970,0	8,6	17,1	667,6	12,3	81,2	12,4
1000,0	7,2	15,8	—	—	82,4	12,4
988,5	7,6	20,4	—	—	81,8	11,4
994,0	8,1	23,6	—	—	82,7	12,5
944,1	8,2	24,2	638,9	14,0	88,8	11,0

von der durchschnittlichen Trinkwasserhärte einer Gegend!

ausschließlich aus solchen ausgelaugten Salzen. In der Literatur ist fast nichts darüber bekannt, in welchem Umfange die Nährsalze auch aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln ausgelaugt werden. Nur in einer amerikanischen Zeitschrift für Agrikulturchemie fand ich nach Abschluß meiner eigenen Versuche schließlich einige kurze Angaben [1]). Danach werden beim Kochen von Kartoffeln, Möhren und Kohl recht beträchtliche Mengen von stickstoffhaltigen Extraktivstoffen und von Asche ausgelaugt. Je mehr die Pflanzen zerkleinert wurden, um so stärker war die Auslaugung. Bei den Kartoffeln verhinderte die unverletzte Schale die Auslaugung ganz wesentlich. Während bei zwei gleichen Koch-Versuchsreihen geschälte Kartoffeln 17,2% ihrer Asche verloren hatten, betrug der Verlust bei ungeschälten Kartoffeln nur 1,6%. Über die Auslaugungsverhältnisse der einzelnen Aschenbestandteile machen auch die amerikanischen Forscher keine nähern Angaben; sie haben nur den Verlust an Gesamtasche bestimmt.

Von vornherein war ich mir darüber klar, daß beim Kochen mit jedem Wasser aus den Gemüsen große Mengen der leichtlöslichen Kali- und Natronsalze ausgelaugt werden müssten. Dagegen war es fraglich, ob auch die Kalk- und Magnesiasalze in den Pflanzen in so leichtlöslichen Verbindungen enthalten seien, daß sie ebenfalls ausgelaugt werden könnten. Ferner entstand die Frage, ob vielleicht die Auslaugung der Erdsalze durch weiche Kochwässer befördert, durch harte Wässer aber verhindert werden könnte. Zu dem Zwecke habe ich eine große Reihe von Kochversuchen mit Kar-

[1]) Snyder, Frisby and Bryant, Losses in boiling vegetables and the composition and digestibility of Potatoes and Eggs.

U. S. Department of Agriculture. Office of experiment stations. Bulletin Nr. 43, 1897.

Tabelle 70. **Analysen der beiden natürlichen Trinkwässer, die am**

Bezeichnung des Wassers	Gesamthärte	Bleibende Härte	1 l	
	in deutschen Härtegraden		CaO	MgO
Bühlauer Leitung . . .	0,8 °	0,8 °	0,0044	0,0025
Coschützer Brunnen . .	56,7 „	43,0 „	0,4748	0,0646

toffeln, Sellerie, Möhren, Blumenkohl, Rotkraut, Weißkraut und Savoyerkohl angestellt. Zum Kochen dienten teils natürliche Trinkwässer von verschiedener Härte, teils Wässer, die durch Zusatz von Calciumsalzen künstlich hart gemacht worden waren. Von natürlichen Trinkwässern kommen hauptsächlich jene beiden in Betracht, die auch bei den Speichelversuchen benützt worden sind (Tabelle 70).

Zunächst habe ich einige ganze Kartoffeln in weichem Bühlauer Wasser gekocht. Je nach Sorte und Boden sind die Kartoffeln in

Tabelle 71. **Kochversuche mit ganzen Kartoffeln aus Andisleben, die beim Kochen nicht geplatzt waren.**

	1 kg Kartoffeln enthielt		Beim Kochen sind von den ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteilen *ausgelaugt* worden in %
	in ungekochtem Zustande g	nach ½stündig. Kochen mit Bühlauer Wasser g	
Reinasche	10,316	10,162	1,5
CaO	0,115	0,099	**13,9**
MgO	0,446	0,445	**0,2**
SO_3	0,700	0,677	3,3
P_2O_5	1,010	0,969	4,1
Fe_2O_3	0,025	0,018	28,0

Tabelle 72. **Kochversuche mit ganzen Kartoffeln aus Calmbach, die beim Kochen stark geplatzt waren.**

	1 kg Kartoffeln enthielt		Beim Kochen sind von den ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteilen *ausgelaugt* worden in %
	in ungekochtem Zustande g	nach ½stündig. Kochen mit Bühlauer Wasser g	
Reinasche	10,306	6,712	34,9
CaO	0,090	0,048	**46,7**
MgO	0,431	0,280	**35,0**
Cl	0,358	0,197	45,0
SO_3	0,684	0,433	36,8
P_2O_5	1,144	0,819	28,4

häufigsten zu den Kochversuchen verwendet worden sind.

Wasser enthält in g

SO_3	N_2O_5	CO_2	SiO_2	FeO	K_2O	Na_2O	Cl
0,0103	Spur	0	0,0140	0,0006	0,0025	0,0063	0,0043
0,3959	0,1508	0,2166	0,0209	0,0020	0,0035	0,0314	0,1319

Tabelle 73. **Kochversuche mit ganzen Kartoffeln aus Weistropp, die beim Kochen stark geplatzt waren.**

	1 kg Kartoffeln enthielt		Beim Kochen sind von den ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteilen *ausgelaugt* worden in %
	in ungekochtem Zustande g	nach ¾stündig. Kochen mit Bühlauer Wasser g	
Reinasche	8,288	3,949	52,4
CaO	0,111	0,081	**27,0**
MgO	0,384	0,224	**41,7**
Cl	0,201	0,057	71,6
SO_3	0,817	0,349	57,3
P_2O_5	1,672	1,029	38,5

verschieden hohem Grade geneigt, beim Kochen zu zerplatzen. Die sogenannten mehligen Kartoffeln, die reich an Stärke und arm an Protein sind, platzen viel leichter. Je kalkärmer der Boden, um so leichter platzen in der Regel die darauf gewachsenen Kartoffeln. Aus den Tabellen 71—73 geht hervor, daß die beim Kochen nicht zerplatzten Kartoffeln aus Andisleben nur sehr geringe Verluste an Aschenbestandteilen erlitten haben. Dagegen waren die Aschenverluste bei den geplatzten Kartoffeln aus Calmbach und Weistropp recht bedeutend; und zwar werden alle Salze ausgelaugt, auch die Kalk- und Magnesia-Verbindungen. Die Erdsalze müssen also in den Kartoffeln gleichfalls in **löslichen** Verbindungen enthalten sein. Auch aus Rotkraut und Sellerie, die vor dem Kochen in kleine Stücke zerschnitten worden waren, laugte das weiche Bühlauer Wasser große Mengen von Erdsalzen aus (Tabellen 74—75).

Zu den vergleichenden Kochversuchen konnten keine ganzen Kartoffeln verwendet werden, weil auch Früchte von demselben Felde gewisse Schwankungen in ihrem Aschen- und Proteingehalte aufweisen. Durch verschiedenartiges Zerplatzen der Kartoffeln würden außerdem viel zu große Fehlerquellen entstanden sein. Ich habe also jede einzelne ungeschälte Kartoffel in 4, einmal sogar in 8 gleich

Tabelle 74. **Kochversuche mit Rotkraut aus Clingen.**

	1 kg Rotkraut enthielt		Beim Kochen sind von den ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteilen *ausgelaugt* worden in %
	in ungekochtem Zustande g	nach ½stündig. Kochen mit Bühlauer Wasser g	
Reinasche	9,229	4,763	48,4
CaO	0,795	0,491	38,2
MgO	0,378	0,194	48,7
Cl	0,137	0,015	89,0
SO_3	1,098	0,486	55,7
P_2O_5	0,808	0,337	58,3

Tabelle 75. **Kochversuche mit Sellerie aus Tambach.**

	1 kg Sellerie enthielt		Beim Kochen sind von den ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteilen *ausgelaugt* worden in %
	in ungekochtem Zustande g	nach Kochen mit Bühlauer Wasser g	
Reinasche	11,097	4,258	61,6
CaO	0,847	0,287	66,2
MgO	0,374	0,173	53,7
Cl	0,249	0,058	76,7
SO_3	0,229	0,088	61,6
P_2O_5	2,246	1,296	42,3

große Stücke geschnitten und zu jedem Versuche je $^1/_4$ oder $^1/_8$ von den einzelnen Kartoffeln verwendet. Im Durchschnitte sind bei allen Kochversuchen ungefähr 300 Gramm Kartoffeln und $^1/_2$ Liter Kochwasser verwendet worden. Das Kochen erfolgte in großen Bechergläsern. Das verdampfte Kochwasser ist immer wieder durch heißes destilliertes Wasser ersetzt worden. Die Kochzeit betrug im Durchschnitte etwa $^1/_2$ Stunde, mitunter etwas mehr, mitunter weniger, je nachdem die Kartoffeln langsamer oder rascher gar kochten. Je ein Vierteil oder Achtteil der Kartoffeln wurde in ungekochtem Zustande analysiert. Der Aschengehalt dieser ungekochten Kartoffelstücke bildete in jeder Versuchsreihe den festen Maßstab, an dem die Höhe der Auslaugung oder Anreicherung von Aschenbestandteilen in den gekochten Kartoffeln gemessen werden konnte.

Zunächst habe ich (Tabellen 76, 77) mit natürlichen Wässern von verschiedener Härte gekocht. Es zeigte sich, daß weiches Bühlauer Wasser Kalk auslaugte. Dresdener Leitungswasser verhinderte schon die Auslaugung. Das harte Coschützer Wasser aber lagerte beim Kochen sogar große Mengen von Kalk in und auf den Kar-

Tabelle 76. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Andisleben.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit					
		1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte	1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	9,948	7,186	7,201	7,363	72,2	72,4	74,0
CaO	0,113	0,082	0,121	0,518	**72,6**	**107,1**	**458,4**
MgO	0,429	0,329	0,320	0,366	76,7	74,6	85,3
Cl	0,345	0,219	0,212	0,258	63,5	61,4	74,8
SO_3	0,856	0,478	0,456	0,663	55,8	53,3	77,4
P_2O_5	1,032	0,870	0,857	0,933	84,3	83,0	90,4
Fe_2O_3	0,026	0,014	0,014	0,019	53,8	53,8	73,1

Tabelle 77. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Kleinbrüchter.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach 25 Min. langem Kochen mit					
		1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte	1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	10,211	7,484	7,579	8,707	73,3	74,2	85,2
CaO	0,269	0,222	0,263	0,718	**82,5**	**97,7**	**266,9**
MgO	0,382	0,292	0,307	0,343	76,4	80,4	89,8
Cl	0,219	0,135	0,152	0,206	61,6	69,4	94,1
SO_3	0,771	0,534	0,584	0,703	69,3	75,7	91,2
P_2O_5	1,724	1,355	1,349	1,600	78,6	78,2	92,8
Fe_2O_3	0,048	0,018	0,012	0,017	37,5	25,0	35,4

toffelstücken ab, sodaß der Calciumgehalt bei den in Coschützer Wasser gekochten Kartoffeln $2^1/_2$—$4^1/_2$ mal größer war als in den frischen Kartoffeln. Da der Magnesiagehalt des Coschützer Wassers nicht übermäßig groß ist, so konnte auch durch dieses harte Wasser die Auslaugung von Magnesiasalzen nicht vollständig verhindert werden. Immerhin laugte das härtere Wasser weniger Magnesia aus als die weichern Wässer.

Tabelle 78. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Dachwig.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit									
		1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Wasser aus Wiedermuth von 31,4° Gesamthärte, 1,1° bleibender Härte	4. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 33° deutscher Härte gebracht worden war	5. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 35° deutsch. Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Wasser aus Wiedermuth von 31,4° Gesamthärte, 1,1° bleibender Härte	4. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 33° deutscher Härte gebracht worden war	5. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 35° deutsch. Härte gebracht worden war
	g	g					in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile				
Reinasche	8,556	4,454	4,867	4,513	6,276	7,216	52,0	56,9	52,7	73,3	84,3
CaO	0,116	0,082	0,108	0,172	0,449	0,523	**70,7**	**93,1**	**148,3**	**387,1**	**450,9**
MgO	0,355	0,240	0,263	0,245	0,245	0,212	67,6	74,1	69,0	69,0	59,7
Cl	0,340	0,142	0,137	0,127	0,474	0,142	41,8	40,3	37,3	139,4	41,8
SO_3	0,880	0,389	0,464	0,408	0,521	0,567	44,2	52,7	46,4	59,2	64,4
P_2O_5	1,619	0,709	0,750	0,664	1,383	2,627	43,8	46,3	41,0	85,4	162,0
Fe_2O_3	0,022	0,016	0,012	0,012	0,013	0,002	71,7	54,5	54,5	59,1	9,1

In Tabelle 78 habe ich zum Vergleiche mit natürlichen Wässern teilweise destilliertes Wasser verwendet, das durch Zusatz von Chlorcalcium und Monocalciumphosphat künstlich gehärtet worden war. Es zeigte sich, daß auch durch diese künstlich harten Wässer der Kalkgehalt der gekochten Kartoffeln beträchtlich angereichert wurde. Dagegen konnte die Auslaugung von Magnesia durch diese Lösungen nicht im geringsten verhindert werden. Beim Kochen mit Chlor-

Tabelle 79. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Slite.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit	
		destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 30° deutsch. Härte gebracht worden war	destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 30° deutsch. Härte gebracht worden war
	g	g	in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile
Reinasche	9,052	7,926	87,6
CaO	0,151	0,387	**256,3**
MgO	0,354	0,275	77,7
Cl	0,420	0,400	95,2
SO_3	0,574	0,523	91,1
P_2O_5	1,187	1,596	134,4

Tabelle 80. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Reinhardtsdorf.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach 50 Minuten langem Kochen mit			
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g		in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile	
Reinasche	8,991	5,105	9,416	56,8	104,7
CaO	0,091	0,042	0,774	**46,1**	**850,5**
MgO	0,117	0,046	0,020	39,3	17,1
Cl	0,076	—	—	—	—
SO_3	0,717	0,336	0,682	46,9	95,1
P_2O_5	1,268	0,750	2,200	59,1	173,4

Tabelle 81. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Visby.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit			
		1. Bühlauer Wasser	2. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 35° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 35° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g		in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile	
Reinasche	9,494	7,132	8,654	75,1	91,2
CaO	0,177	0,166	0,597	**93,8**	**337,3**
MgO	0,434	0,337	0,316	77,6	72,8
Cl	0,421	0,232	0,338	55,1	80,3
SO_3	0,705	0,426	0,488	60,4	69,1
P_2O_5	1,457	1,234	2,353	84,7	161,5
Fe_2O_3	0,028	0,017	0,017	60,7	60,7

calcium wurde auch der Chlorgehalt, beim Kochen mit phosphorsaurem Kalke der Phosphorsäuregehalt der gekochten Kartoffeln angereichert. In den Tabellen 79—88 kehren die gleichen Erscheinungen ganz regelmäßig wieder. Je gesättigter das künstlich harte Kochwasser ist, um so mehr wird der Kalkgehalt der Kartoffeln beim Kochen angereichert. Besonders klar geht das aus Tabelle 88 hervor. Auch beim Kochen mit Calciumnitratlösungen kehren die gleichen Verhältnisse wieder (Tabelle 89).

Tabelle 82. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Klein-Gay.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach $^3/_4$stündigem Kochen mit			
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 20° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 20° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g		in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile	
Reinasche	9,227	6,587	7,978	71,4	86,5
CaO	1,178	0,945	1,451	**80,2**	**123,2**
MgO	0,305	0,248	0,212	81,3	69,5
K_2O	4,654	3,715	—	79,8	—
Na_2O	0,200	0,020	—	10,0	—
Cl	0,903	0,520	0,541	57,6	59,9
SO_3	0,648	0,417	0,538	64,3	83,0
P_2O_5	1,333	1,146	1,794	86,0	134,6

Tabelle 83. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Hinterdittersbach.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach $^1/_2$stündigem Kochen mit					
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	9,177	6,060	5,999	7,248	66,0	65,4	79,0
CaO	0,090	0,052	0,580	0,743	**57,8**	**644,4**	**825,5**
MgO	0,402	0,260	0,299	0,246	64,7	74,4	61,2
Cl	0,137	0,083	0,090	0,771	60,6	65,7	562,8
SO_3	0,842	0,509	0,790	0,487	60,4	93,8	57,8
P_2O_5	1,423	0,899	1,999	0,987	63,2	140,5	69,4

Neben den Kartoffeln habe ich auch noch andere Wurzelgewächse und Blattgemüse zu Kochversuchen verwendet, nämlich Möhren, Blumenkohl, Savoyerkraut, Rotkraut, Weißkraut. Die Blattgemüse wurden in feine Streifen zerschnitten. Da im Verhältnis zu ihrer Masse die dem Kochwasser ausgesetzte Oberfläche bedeutend größer ist, als bei den Kartoffelstücken, so laugen die weichen Kochwässer bei den Blattgemüsen erheblich größere Mengen von

Tabelle 84. Kochversuche mit Kartoffeln aus Sebnitz.

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ¾stündigem Kochen mit					
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	10,132	7,061	9,381	7,884	69,7	92,6	77,8
CaO	0,147	0,078	0,501	0,543	**53,1**	**340,8**	**369,4**
MgO	0,378	0,287	0,264	0,253	75,9	69,8	66,9
Cl	0,555	0,299	0,395	0,806	53,9	71,2	145,2
SO_3	0,795	0,530	0,669	0,531	66,7	84,1	66,8
P_2O_5	2,869	2,488	3,432	2,508	86,7	119,6	87,4

Tabelle 85. Kochversuche mit Kartoffeln aus Grüningen.

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit			
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 33° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 33° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g		in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile	
Reinasche	9,687	7,575	7,413	78,3	76,5
CaO	0,172	0,131	0,247	**76,2**	**143,6**
MgO	0,354	0,251	0,264	70,9	74,6
Cl	0,191	0,071	verunglückt	37,2	verunglückt
SO_3	0,608	0,294	0,400	48,3	65,8
P_2O_5	0,850	0,649	0,649	76,3	76,3
Fe_2O_3	0,015	0,007	0,005	46,7	33,3

Nährsalzen aus. Anderseits können aber die harten Kochwässer in das weniger lockere Gewebe der Blattgemüse auch weniger Kalksalze ausscheiden als in die lockere Stärkemehlmasse der Kartoffel. Die Beigabe von Kochsalz oder Essigsäure vermag die auslaugende Wirkung der weichern Kochwässer nicht zu hindern. Dagegen werden beim Kochen der Gemüse im strömenden Dampfe des Dampfkochtopfes nur sehr geringfügige Mengen von Aschenbestandteilen ausgelaugt.

Tabelle 86. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Leopoldshall.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach 22 Min. langem Kochen mit					
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Chlorcalcium $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	10,169	8,644	8,662	9,178	85,0	85,2	90,2
CaO	0,140	0,132	0,186	0,367	**94,3**	**132,8**	**262,1**
MgO	0,387	0,336	0,363	0,361	86,8	93,8	93,3
Cl	0,652	0,437	0,534	0,648	67,0	81,9	99,4
SO_3	0,854	0,677	0,720	0,593	79,3	84,3	69,4
P_2O_5	1,569	1,402	1,445	1,490	89,3	92,1	95,0
Fe_2O_3	0,015	0,013	0,008	0,014	86,7	53,3	93,3

Tabelle 87. **Kochversuche mit Kartoffeln aus Calmbach.**

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit				
		1. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	2. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	2. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g		in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile	
Reinasche	10,176	7,422	8,485	72,9	83,4
CaO	0,107	0,140	0,294	**130,8**	**274,8**
MgO	0,450	0,344	0,326	76,4	72,4
Cl	0,383	0,224	0,361	58,5	94,3
SO_3	0,607	0,398	0,441	65,5	72,6
P_2O_5	1,252	1,831	4,421	146,2	353,1
Fe_2O_3	0,020	0,005	0,004	25,0	20,0

In Tabelle 96 habe ich die durchschnittlichen Ergebnisse aus allen meinen Kochversuchen zusammengestellt. Aus diesen Durchschnittszahlen geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß der Grad der Auslaugung oder der Anreicherung an Kalk ganz schrittweise mit der Weichheit oder Härte des Kochwassers steigt und fällt. Je weicher das Kochwasser, um so mehr Kalk wird aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln ausgelaugt, je härter das

Tabelle 88. Kochversuche mit Kartoffeln aus Hohenebra.

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach ½stündigem Kochen mit					
		1. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	2. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 20° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 20° deutscher Härte gebracht worden war	3. destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Monocalciumphosphat $CaH_4(PO_4)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	9,435	6,750	7,265	8,058	71,5	77,0	85,4
CaO	0,283	0,282	0,368	1,216	**99,6**	**130,0**	**429,7**
MgO	0,388	0,283	0,291	0,259	72,9	75,0	66,2
Cl	0,158	0,054	0,080	0,139	34,2	50,6	88,0
SO_3	0,786	0,385	0,445	0,730	49,0	56,6	92,9
P_2O_5	1,357	2,004	2,910	4,677	147,7	214,4	344,7
Fe_2O_3	0,023	0,012	0,012	0,005	52,2	52,2	21,7

Tabelle 89. Kochversuche mit Kartoffeln aus Leopoldshall.

	1 kg Kartoffeln enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Kartoffeln enthielt nach 25 Min. langem Kochen mit					
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Calciumnitrat $Ca(NO_3)_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Calciumnitrat $Ca(NO_3)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Calciumnitrat $Ca(NO_3)_2$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von Calciumnitrat $Ca(NO_3)_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	8,073	6,187	6,789	6,743	76,6	84,1	83,5
CaO	0,124	0,104	0,183	0,347	**83,9**	**147,6**	**279,8**
MgO	0,248	0,195	0,215	0,210	78,6	86,7	84,7
Cl	0,420	0,265	0,275	0,273	63,1	65,5	65,0
SO_3	0,419	0,321	0,353	0,364	76,6	84,2	86,9
P_2O_5	1,030	0,814	0,878	1,054	79,0	85,2	102,3
Fe_2O_3	0,0115	0,0062	0,0066	0,009	53,9	57,4	78,3

Wasser, um so mehr Kalk zieht beim Kochen in die Gemüse hinein.

Wie schon oben erwähnt worden ist, war ich früher irrigerweise der Meinung, daß der Erdsalzgehalt der pflanzlichen Nahrungsmittel je nach dem Gehalte des Bodens in weiten Grenzen schwankte. In

Tabelle 90. **Kochversuche mit Möhren aus Sebnitz.**

	1 kg Möhren enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Möhren enthielt nach einstündigem Kochen mit			
		1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. Bühlauer Wasser	2. Bühlauer Wasser, das durch Zusatz von $CaCl_2$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g		in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile	
Reinasche	10,156	5,301	5,767	52,2	56,8
CaO	0,583	0,427	0,998	**73,2**	**171,2**
MgO	0,529	0,412	0,148	77,9	28,0
Cl	0,354	0,147	—	41,5	—
SO_3	0,656	0,429	0,425	65,4	64,8
P_2O_5	1,704	1,400	1,496	82,2	87,8

Tabelle 91. **Kochversuche mit Savoyerkraut aus Dresden.**

	1 kg Kraut enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg enthielt nach ¾stündigem Kochen mit							
		1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Brunnenwasser aus Plauen von 24,6° Gesamthärte	4. Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte	1. Bühlauer Wasser von 0,8° Gesamthärte	2. Dresdener Leitungswasser von 6,9° Gesamthärte	3. Brunnenwasser aus Plauen von 24,6° Gesamthärte	4. Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte
	g	g				in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile			
Reinasche	7,307	2,723	3,297	3,570	4,226	37,3	45,1	48,9	57,8
CaO	0,601	0,356	0,432	0,568	0,858	**59,2**	**71,9**	**94,5**	**142,8**
MgO	0,289	0,113	0,117	0,144	0,173	39,1	40,5	49,8	59,9
K_2O	3,238	1,306	1,238	1,304	1,315	40,3	38,2	40,3	40,6
Na_2O	0,179	0,011	0,111	0,117	0,117	6,1	62,0	65,4	65,4
P_2O_5	0,908	0,424	0,465	0,478	0,479	46,7	51,2	52,6	52,7
Fe_2O_3	0,016	0,011	0,010	0,011	0,011	68,7	63,1	68,7	68,7

folgerichtiger Fortsetzung dieses Gedankenganges nahm ich dann weiterhin an, daß auch der Erdsalzgehalt von Milch, Fleisch und Eiern in weiten Grenzen schwanken müßte, je nachdem die Tiere in erdsalzarmer oder in erdsalzreicher Gegend lebten. Um diese Frage völlig klar zu stellen, habe ich $1^1/_2$ Jahre lang planmäßige Ernährungsversuche mit einer Ziege vorgenommen. Das Tier stammte aus dem kalkarmen Orte Tambach auf dem Thüringerwalde. Dort wurde es mit Heu, Küchenabfällen und Leinkuchenmehl gefüttert

Tabelle 92. **Kochversuche mit Blumenkohl aus Dresden.**

	1 kg Blumenkohl enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Blumenkohl enthielt nach einstündigem Kochen								
		1. mit Bühlauer Wasser	2. mit destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Gips $CaSO_4$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. mit destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Gips $CaSO_4$ künstlich auf 20° deutscher Härte gebracht worden war	4. mit destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Gips $CaSO_4$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war	1. mit Bühlauer Wasser	2. mit destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Gips $CaSO_4$ künstlich auf 10° deutscher Härte gebracht worden war	3. mit destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Gips $CaSO_4$ künstlich auf 20° deutscher Härte gebracht worden war	4. mit destilliertem Wasser, das durch Zusatz von Gips $CaSO_4$ künstlich auf 40° deutscher Härte gebracht worden war
	g	g				in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile			
Reinasche	9,371	3,836	3,905	4,156	4,451	40,9	41,7	44,3	47,5
CaO	0,464	0,315	0,401	0,558	0,719	**67,9**	**86,4**	**120,3**	**154,9**
MgO	0,284	0,123	0,114	0,125	0,121	43,3	40,1	44,0	42,6
K_2O	4,670	1,832	1,798	1,743	1,683	39,2	38,5	37,3	36,0
Na_2O	0,127	0,067	0,074	0,061	0,110	52,7	58,3	48,0	86,6
P_2O_5	1,099	0,667	0,702	0,669	0,734	60,7	63,9	60,9	66,8
Fe_2O_3	0,009	0,004	0,006	0,006	0,006	44,4	66,7	66,7	66,7

Tabelle 93. **Kochversuche mit Rotkraut aus Hinterhermsdorf.**

	1 kg Rotkraut enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Rotkraut enthielt nach ½stündigem Kochen					
		1. im Dampftopfe	2. mit destilliertem Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	3. mit abgekochtem Coschützer Wasser von 43,0° bleib. Härte, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	1. im Dampftopfe	2. mit destilliertem Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	3. mit abgekochtem Coschützer Wasser von 43,0° bleib. Härte, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war
	g	g			in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile		
Reinasche	6,301	5,764	10,730	10,469	91,5	170,3	166,1
CaO	0,494	0,470	0,242	0,492	**95,1**	**49,0**	**99,6**
MgO	0,257	0,245	0,133	0,102	95,3	51,7	39,7
Cl	0,332	0,294	4,864	4,612	88,5	1465,0	1389,0
SO_3	1,000	0,933	0,337	1,175	93,3	33,7	117,5
P_2O_5	0,561	0,517	0,235	0,229	92,1	41,9	40,8

und gab täglich mehr als 1 Liter Milch. Ich ließ dann die Ziege schon in ihrem heimischen Stalle in Tambach 10 Tage lang ausschließlich mit Wiesenheu füttern. Bei dieser Ernährung nahm die Milchmenge von Tag zu Tag ab und betrug am 16. Dezember 1901 nur noch 469 ccm. Dann wurde die Ziege nach Dresden gesandt, wo sie in einem kleinen Stalle Aufnahme fand, der ringsum mit

Tabelle 94. Kochversuche mit Rotkraut aus Sebnitz.

	1 kg Rotkraut enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Rotkraut enthielt nach ½stündigem Kochen							
		1. im Dampftopfe	2. mit destilliert. Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	3. mit Coschützer Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	4. mit Coschützer Wasser, dem 1,0% Kochsalz und 0,5% Essigsäure beigefügt war	1. im Dampftopfe	2. mit destilliert. Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	3. mit Coschützer Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	4. mit Coschützer Wasser, dem 1,0% Kochsalz und 0,5% Essigsäure beigefügt war
	g	g				in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile			
Reinasche	7,561	6,914	11,654	12,598	12,816	91,4	154,1	166,6	169,5
CaO	0,544	0,486	0,351	0,799	0,739	**89,3**	**64,5**	**146,9**	**135,8**
MgO	0,322	0,319	0,222	0,261	0,308	99,1	68,9	81,1	95,6
Cl	0,240	0,192	4,335	4,465	4,767	79,9	1806,2	1860,4	1986,2
SO_3	1,197	1,163	0,862	1,504	1,768	97,2	72,0	125,6	147,7
P_2O_5	0,744	0,702	0,606	0,444	0,414	94,3	81,4	59,7	55,6

Tabelle 95. Kochversuche mit Weiß-

	1 kg Weißkraut enthielt in ungekochtem Zustande	1 kg Weißkraut enthielt						
		1. im Dampftopfe	2. mit destilliert. Wasser	3. mit destilliert. Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	4. mit destilliert. Wasser, dem 1,0% Kochsalz und 0,5% Essigsäure beigefügt war	5. mit Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte	6. mit Coschützer Wasser von 56,4° Gesamthärte, dem 1,0% Kochsalz beigefügt war	7. mit Coschützer Wasser v. 56,7° Gesamthärte, dem 1,0% Kochsalz und 0,5% Essigsäure beigefügt war
	g	g						
Reinasche	5,663	5,426	2,233	8,988	9,394	3,532	12,915	9,274
CaO	0,430	0,400	0,142	0,144	0,256	0,933	0,881	0,575
MgO	0,182	0,159	0,081	0,062	0,097	0,129	0,110	0,110
K_2O	1,618	1,604	0,725	0,949	0,974	1,016	1.042	1,022
Na_2O	0,549	0,541	0,363	3,261	3,613	0,419	4,245	3,326
Cl	0,272	0,271	0,269	6,026	5,969	0,104	3,749	3,916
SO_3	0,797	0,789	0,113	0,124	0,254	0,924	1,108	0,922
P_2O_5	0,646	0,608	0,302	0,323	0,329	0,366	0,361	0,320

Brettern beschlagen war. Nur auf diese Weise ließ es sich vermeiden, daß durch Ablecken der gemauerten Wände Kalk hätte aufgenommen werden können. Als Nahrung diente ausschließlich Wiesenheu und Schrotmehl von Roggen und Gerste zu gleichen Teilen.

Beides stammte von erdsalzarmen Wiesen- und Ackerböden aus Tambach. Täglich wurden 2 mal je 125 Gramm Schrotmehl verabreicht, die in 3 Liter lauwarmem, destilliertem Wasser angerührt waren. Außerdem bekam die Ziege in den ersten 12 Tagen soviel Heu, als sie fressen wollte. Das übrig gebliebene Heu mußte jedesmal bei der Darreichung einer neuen Futtermenge wieder zurückgewogen werden. Schließlich hatte die Ziege sich daran gewöhnt, außer den 250 Gramm Schrotmehl täglich gerade 1 Kilo Heu zu verzehren. Diese Nahrungsmenge wurde dann während der ganzen Versuchsdauer regelmäßig verabreicht. In der Zeit vom 20. Dezember bis 11. Januar betrug die durchschnittliche Milchmenge 566 ccm, der täglich untersuchte Fettgehalt 3,8%. Aber das Gewicht der Ziege, das bei ihrer Ankunft in Dresden 47 Pfund betrug, hatte unter dem Einflusse der kalkarmen Lebensweise in 3 Wochen um 5 Pfund abgenommen. Um dem Salzbedürfnis des Tieres etwas entgegenzukommen, habe ich 4 Wochen lang dem Schrotmehle täglich 10 Gramm Kochsalz beigemischt. Trotzdem nahm das Körpergewicht noch weiter ab und schwankte zwischen 40 bis 41 Pfund. Die Milchmenge und der Fettgehalt änderten sich nur sehr wenig (551 ccm und 3,6%

kraut aus Coschütz.

nach ½stündigem Kochen

8. mit Coschützer Wasser v. 56,7° Gesamthärte, dem 1,0% doppeltkohlensaures Natron $NaHCO_3$ beigefügt war	1. im Dampftopfe	2. mit destilliert. Wasser	3. mit destilliert. Wasser, dem 1,0% Kochsalz NaCl beigefügt war	4. mit destilliert. Wasser, dem 1,0% Kochsalz und 0,5% Essigsäure beigefügt war	5. mit Coschützer Wasser von 56,7° Gesamthärte	6. mit Coschützer Wasser v. 56,7° Gesamthärte, dem 1,0% Kochsalz beigefügt war	7. mit Coschützer Wasser v. 56,7° Gesamthärte, dem 1,0% Kochsalz und 0,5% Essigsäure beigefügt war	8. mit Coschützer Wasser v. 56,7° Gesamthärte, dem 1,0% doppeltkohlensaures Natron $NaHCO_3$ beigefügt war
in Prozenten der ursprünglich vorhandenen Aschenbestandteile								
10,834	95,8	39,4	158,7	165,9	62,4	228,1	163,8	191,3
0,999	**93,0**	**33,0**	**33,5**	**59,5**	**217,0**	**204,9**	**133,7**	**232,3**
0,160	87,4	44,5	34,1	53,3	70,9	60,4	60,4	87,9
1,023	99,1	44,8	58,7	60,2	62,8	64,4	63,2	63,2
0,616	98,5	66,1	594,0	658,1	76,3	773,3	605,8	112,2
0,112	99,6	98,9	2215,5	2194,5	38,2	1378,3	1440,0	41,2
0,702	99,0	14,2	15,6	31,9	115,9	139,0	115,7	88,1
0,398	94,1	46,8	50,0	50,9	56,7	55,9	49,5	61,6

Fett). Dann wurde das Kochsalz 8 Tage lang wieder weggelassen, und es trat darauf die merkwürdige Erscheinung ein, daß die Menge der Milch bis auf 415 ccm sank, während der Fettgehalt sich auf 4,4% erhöhte.

Durchschnittliche Auslaugung (—) oder Anreicherung (+) des Kalkgehaltes in den pflanzlichen Nahrungsmitteln beim Kochen mit verschieden harten Wässern in Prozenten.

Tabelle 96.

Bezeichnung der Nahrungsmittel	Bühlauer Wasser 0,8° Härte	Natürliche und künstlich hart gemachte Kochwässer von			
		6,9—10.0° Härte	20,0—24,6° Härte	31,4—35,0° Härte	40,0—56,4° Härte
Kartoffeln	— 26,9	+ 15,5	+ 26,6	+ 187,3	+ 354,7
Blumenkohl, Sellerie, Möhren	— 41,7	— 13,6	+ 20,3		+ 63,1
Blattgemüse, (Rotkraut, Weißkraut, Savoyerkraut)	— 48,5	— 28,1	— 5,5		+ 64,1

Man beachte: Je weicher das Kochwasser, um so mehr Kalk wird aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln ausgelaugt; je härter das Wasser, um so mehr Kalk zieht beim Kochen in die Gemüse hinein!

Vom 17. Februar ab wurde das destillierte Wasser ausgeschaltet. Statt dessen erhielt die Ziege von da an Leitungswasser von 9,0 deutschen Härtegraden und außerdem täglich noch 8 Gramm kohlensauren Kalk in Pulverform. Danach stieg die Menge der Milch wieder ein wenig an und betrug in der Zeit vom 17. Februar bis 4. März durchschnittlich 453 ccm mit 4,4% Fettgehalt. Vor allem aber hatte in dieser kalkreichen Zeit das Gewicht der Ziege wieder bedeutend zugenommen, sodaß es am 1. März seinen Höchstbestand mit 50 Pfd. erreichte.

In der Zeit vom 5.—15. März ist der kohlensaure Kalk durch tägliche Zugabe von 20 Gramm Dicalciumphosphat ersetzt worden. Aber die erwartete Steigerung blieb aus. Im Gegenteil, die Milchmenge erreichte in dieser Zeit ihren tiefsten Stand von 390 ccm, und das Gewicht der Ziege ging wieder bis auf 46 Pfund zurück.

Vom 16.—28. März wurde die Kalkzufuhr unterbunden. Die Ziege bekam wieder destilliertes Wasser zu ihrem Schrotmehle. Doch ließ sie ihr Mißbehagen über diese Änderung der Lebensweise deutlich durchblicken. Ihr Gewicht sank auf 45 Pfund. Milchmenge und Fettgehalt aber blieben sich annähernd gleich (410 ccm mit 4,5% Fett). Als mein Tambacher Wiesenheu zu Ende ging, wurde es vom 29. März ab zunächst durch Esparsetteheu und vom 7. April ab durch Luzerneheu aus dem kalkreichen Mittelthüringen ersetzt. Bei dieser Ernährung stieg die Menge der Milch wieder bis auf 492 ccm, aber ihr Fettgehalt sank bis auf 3,4%. Das Gewicht der Ziege nahm wieder um 1 Pfund zu. Vom 22. April bis 15. Mai wurden außer dem kalkreichern Luzernekleeheu wiederum je 20 Gramm Dicalcium-

phosphat täglich verabreicht. Die Milchmenge stieg auf 560 ccm, der Fettgehalt fiel ein wenig, nämlich auf 3,1%. Das Gewicht der Ziege schwankte zwischen 47—49 Pfund.

Dann mußten die Ernährungsversuche in Dresden abgebrochen werden, da unser Dienstmädchen, das bis dahin die Ziege unter meiner persönlichen Aufsicht gefüttert und gemolken hatte, in ihre Heimat zurückkehrte. Die Ziege wurde zu einem Bauern nach dem kalkarmen Dorfe Reinhardtsdorf in Pension gegeben. Dort konnte sie sich frei bewegen, während sie in Dresden andauernd in einem kleinen, dumpfen Stalle von 2 Quadratmeter Bodenfläche hatte leben müssen. Es kam hinzu, daß die Bäuerin in Reinhardtsdorf es vorzüglich verstand, mit Vieh umzugehen. Kurz, die Milchmenge stieg in Reinhardtsdorf rasch an und betrug im Durchschnitte 1365 ccm. Dafür war allerdings auch der Fettgehalt mit 2,7% recht niedrig. Mitte November wurde die Ziege schließlich nach dem Dorfe Coschütz bei Dresden geschafft, wo sie ebenfalls noch $^1/_2$ Jahr unter ständiger Kontrolle gelebt hat, bis die Versuche endgiltig abgebrochen worden sind. Unter dem Einflusse des harten Coschützer Wassers stieg die Milchmenge noch ein wenig bis auf 1500 ccm, und ihr Fettgehalt nahm ebenfalls ein wenig zu, bis 2,9%.

Während der ganzen Versuchszeit ist die Milch der Ziege von Zeit zu Zeit analysiert worden. Die ersten Analysen hatte Dr. Starke angefertigt. Leider war die von ihm angewendete Untersuchungsmethode nicht ganz einwandfrei. Infolgedessen stimmten die Starkeschen Analysen mit den in Dresden angefertigten Kontrollanalysen nicht überein. In Tabelle 97 habe ich daher nur die von Dr. Pässler ausgeführten einwandfreien Analysen aufgeführt. Es stellte sich heraus, daß trotz der verschiedenartigsten Ernährung der Erdsalzgehalt der Milch nur in ganz kleinen Grenzen schwankt. Ja, in der Zeit der kalkreichen Ernährungsweise ist der Erdsalzgehalt der Milch sogar ein klein wenig geringer, als in der kalkarmen Zeit. Das beruht aber wohl auf Zufälligkeiten. Eine Ziege ist eben kein Reagensglas, sondern ein fühlendes Wesen. Sie lebte in ihrem engen Stalle unter recht unnatürlichen Verhältnissen. Mit Rücksicht auf die gleichmäßige Durchführung der Versuche mußte ihr in Dresden die Begattung versagt werden. Es ließ sich aber nicht verhindern, daß das Tier von Zeit zu Zeit lebhaften Drang danach hatte. Den Viehzüchtern ist es sehr wohl bekannt, daß Milchtiere in dieser Zeit bedeutend mehr Milch liefern, daß diese Milch aber von dünner, fettarmer Beschaffenheit ist. Am 5. Mai 1902 stand meine Versuchsziege wieder einmal auf der Höhe ihres Begattungstriebes. Die Milchmenge nahm an diesem Tage gegen den Durchschnitt um 250 ccm

Tabelle 97. **Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte der**

		Trockensubstanz in %	In 1 l Milch sind			
			Reinasche	CaO	MgO	Fe_2O_3
6. 2. 1902	Tambacher Heu, Schrot und Aqua destillata		—	1,943	0,237	0,002
7. 2. „			8,837	2,202	0,294	0,006
15. 2. „			8,753	2,223	0,255	0,004
			8,795	***2,123***	***0,262***	**0,004**
4. 3. 1902	Tambacher Heu und Schrot, Zugabe von $CaCO_3$		—	1,775	0,267	0,004
15. 3. „	Tambacher Heu und Schrot, Zugabe von $CaHPO_4$		8,970	2,388	0,296	—
			8,970	***2,081***	***0,281***	**0,004**
26. 3. 1902	von neuem: Tambacher Heu, Schrot und Aqua destillata		9,200	2,597	0,279	0,005
28. 3. „			8,700	1,414	0,243	0,006
			8,950	***2,005***	***0,261***	**0,005**
6. 4. 1902	Esparsetteheu, Leitungswasser von 9,0 ° deutscher Härte		8,093	2,084	0,251	0,004
21. 4. „	Luzerneheu, Leitungswasser von 9,0 ° deutscher Härte		7,606	1,793	0,209	0,004
			7,849	***1,938***	***0,230***	**0,004**
27. 4. 1902	Ziege (böckisch): Luzerneheu, Leitungswasser von 9,0 ° deutscher Härte, Zugabe von $CaHPO_4$		8,176	1,957	0,215	0,010
5. 5. „			6,374	1,571	0,161	0,005
15. 5. „			8,573	2,158	0,238	0,007
			7,708	***1,895***	***0,205***	**0,007**
11. 10. 1902	Aufenthalt der Ziege im kalkarmen Reinhardtsdorf	11,43	9,060	1,800	0,189	0,008
14. 11. „		11,02	8,900	1,928	0,259	0,009
15. 11. „		10,51	8,520	1,683	0,205	0,005
		10,99	**8,827**	***1,804***	***0,218***	**0,007**
24. 2. 1903	Aufenthalt der Ziege im kalkreichen Coschütz	11,86	8,960	2,089	0,227	0,003
25. 2. „		10,23	9,330	2,084	0,239	0,005
		11,04	**9,145**	***2,086***	***0,233***	**0,004**
Milch einer andern Ziege aus Clingen			10,24	2,429	0,336	0,008

Man beachte: Der Erdsalzgehalt und Aschengehalt der Milch ist

zu, und der Fettgehalt sank bis 2,1 %. Die Analyse der Milch ergibt, daß auch der Aschengehalt im allgemeinen und der Gehalt an Kalk und Magnesia im besondern stark herabgegangen ist. Höchst wahrscheinlich ist die Ziege auch am 28. März böckisch gewesen, ohne daß es mir als Laien auf diesem Gebiete aufgefallen war. Denn auch an diesem Tage ist gleichzeitig mit der Abnahme des Kalk-

Nahrung und dem Aschengehalte der Milch bei einer Ziege.

enthalten in g					Fettgehalt in %	Zusammensetzung der Reinasche in %							
K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl	SO_3		CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl	SO_3
2,107	0,622	2,723			3,6	—	—	—	—	—	—		
1,973	0,628	3,030			3,6	24,91	3,32	0,06	22,32	7,11	34,30		
2,282	0,557	2,706			4,4	25,40	2,91	0,05	26,07	6,36	30,92		
2,121	**0,602**	**2,820**				25,15	3,11	0,05	24,19	6,73	32,61		
2,056	0,359	2,651			4,4	—	—	—	—	—	—		
1,945	0,471	3,038			4,4	26,62	3,30	—	21,68	5,25	33,89		
2,000	**0,415**	**2,844**				26,62	3,30	—	21,68	5,25	33,89		
2,040	0,413	2,576			4,5	28,23	3,04	0,05	22,17	4,49	28,00		
2,049	0,392	2,660			4,5	16,25	2,78	0,07	23,56	4,51	30,57		
2,044	**0,402**	**2,618**				22,24	2,91	0,06	22,86	4,50	29,28		
1,835	0,391	2,155			3,8	25,75	3,10	0,05	22,68	4,83	26,63		
2,002	0,297	1,912			3,4	23,57	2,74	0,06	26,34	3,90	25,14		
1,918	**0,344**	**2,033**				24,66	2,92	0,05	24,51	4,36	25,88		
1,942	0,547	3,221				23,95	2,63	0,12	23,75	6,69	39,39		
1,468	0,226	1,692			3,1	24,66	2,52	0,08	23,03	3,55	26,57		
2,166	0,355	2,281				25,18	2,77	0,08	25,27	4,14	26,61		
1,859	**0,376**	**2,398**				24,60	2,64	0,09	24,02	4,79	30,86		
—	—	2,209				19,87	2,09	0,09	—	—	24,37		
—	—	2,557			2,7	21,66	2,91	0,10	—	—	28,76		
2,080	0,199	2,192				19,75	2,41	0,06	24,42	2,35	25,73		
2,080	**0,199**	**2,319**				20,43	2,47	0,08	24,42	2,35	26,29		
2,236	0,363	2,744	1,437	0,121		23,30	2,53	0,03	24,95	4,05	30,61	16,03	1,34
2,410	0,422	2,704	1,422	0,118	2,9	22,34	2,57	0,05	25,85	4,42	28,97	15,24	1,27
2,323	**0,392**	**2,724**	1,429	0,119		22,82	2,55	0,04	25,40	4,23	29,79	15,63	1,30
2,359	0,675	3,838				23,70	3,28	0,08	22,97	6,58	37,46		

nahezu unabhängig vom Kalkgehalte der Nahrung des Milchtieres!

gehaltes die Milchmenge etwas gestiegen. Bei der geringen Anzahl der Analysen können durch solche Zufälligkeiten selbstverständlich ziemlich große Fehlerquellen entstehen.

Vergleichen wir den Aschengehalt der Milch während des Aufenthaltes der Ziege in Reinhardtsdorf einerseits, in Coschütz anderseits, so zeigt es sich, daß infolge der kalkreichern Ernährung in

Tabelle 98. 5 Analysen von Eigelb aus Gegenden mit

	Durchschnittliche Gesamthärte im Trinkwasser des Ursprungsortes	Geologische Formation
1. Calmbach	1,4 °	Buntsandstein
2. Hinterdittersbach . .	1,8 „	Kreidesandstein
3. Hinterhermsdorf . . .	1,8 „	Kreidesandstein, Granit
4. Reinhardtsdorf . . .	1,9 „	Kreidesandstein
5. Clingen	39,9 „	Diluviallehm, Keuperletten
Durchschnitt		

Man beachte: Der Erdsalzgehalt der Eier ist unabhängig von der

Coschütz sowohl die Gesamtasche im allgemeinen, als auch der Kalk- und Magnesiagehalt im besonderen um eine Kleinigkeit gestiegen ist.

Zum Vergleiche mit meiner Versuchsziege habe ich die Milch einer andern, wohlgenährten Ziege aus dem erdsalzreichen Orte Clingen analysieren lassen. Sie hatte einen etwas höhern Gehalt an Asche und Erdsalzen. Immerhin aber ist der Unterschied nur so gering, daß man mit vollem Rechte behaupten kann: Der Erdsalzgehalt und Aschengehalt der Milch ist nahezu unabhängig vom Kalkgehalte der Nahrung des Milchtieres. Dagegen ist das körperliche Befinden der Versuchsziege durch die kalkarme Ernährung recht erheblich beeinträchtigt worden. Sie hatte dabei um 7 Pfund an Körpergewicht abgenommen. Bei völlig gleichbleibender Menge der sonstigen Nahrung genügte die einfache Beigabe von etwa 10 Gramm kohlensaurem Kalke, um das Körpergewicht wieder auf die frühere Höhe zurückzubringen, ja es noch darüber hinaus zu steigern. Die Darreichung von phosphorsaurem Kalke dagegen wirkte weniger günstig. Höchstwahrscheinlich ist er von der Ziege gar nicht vollständig verdaut worden.

Ebenso wie die Milch, so sind auch die Hühnereier in ihrem Aschengehalte völlig unabhängig von der Kalkarmut oder dem Kalkreichtume einer Gegend. Die Hühner haben ja auch in den kalkärmsten Gegenden in der Regel genügend Gelegenheit, Kalkteilchen vom Mauerputze der Hauswände aufzupicken. Ist ja einmal nicht genug Kalk vorhanden, dann werden die Kalkschalen der Eier dünner, oder die Hühner legen gar Eier ohne Kalkschale. Der für die Fortpflanzung der Art so wichtige Inhalt der Eier aber hat immer annähernd die gleichen Mengen von Kalk- und sonstigen Nährsalzen.

verschiedener geologischer Formation.

Prozente der Trocken-subetanz	In 100 g Trockensubstanz sind enthalten in mg						
	F_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	Na_2O	SiO_2
47,4	23,4	378,2	69,6	2558,0	490,2	263,5	15,7
47,2	28,0	421,0	61,3	2713,0	598,7	371,3	10,3
49,0	12,7	353,8	51,2	2164,0	—	—	5,7
48,0	20,1	248,2	54,6	2493,0	339,1	256,6	11,0
48,4	42,1	360,4	87,9	2610,0	333,3	248,1	9,0
48,0	**25,3**	**352,3**	**64,9**	**2507,6**	**352,3**	**227,9**	**10,3**

Kalkarmut oder dem Kalkreichtume einer Gegend!

6. Erdsalzarmut und Stillungsfähigkeit der Frauen.

Ursprünglich lag es in meiner Absicht, auch bei stillenden Frauen systematische Ernährungsversuche durchzuführen, um den Einfluß kalkarmer und kalkreicher Nahrung auf den Aschengehalt der Milch zu prüfen. Diesen Plan habe ich jedoch fallen lassen, nachdem die Ziegenversuche den Beweis gebracht hatten, daß der Aschengehalt der Milch nur sehr wenig vom Aschengehalte der Nahrung beeinflußt wird. Der Erdsalzgehalt der Frauenmilch würde sicherlich ebenfalls nur in sehr kleinen Grenzen geschwankt haben.

Nun fragt es sich aber, ob nicht vielleicht die Milchmenge durch kalkarme Ernährung der Frauen vermindert wird. Auf experimentellem Wege läßt sich diese Frage schwer entscheiden, da es nicht ganz leicht sein dürfte, geeignete Versuchspersonen zu finden.

Auch auf statistischem Wege lassen sich die Beziehungen zwischen Erdsalzarmut und Stillungsfähigkeit nur in sehr verwischter Form zur Darstellung bringen. In einer frühern Arbeit[1]) habe ich nachgewiesen, daß bei der Stillungsdauer der Frauen die landesübliche Mode eine durchaus tonangebende Rolle spielt, und daß gerade die wohlhabendere weibliche Landbevölkerung in fruchtbaren, kalkreichen Gegenden aus Bequemlichkeit (!) schlecht stillt. Es kommt hinzu, daß wahrscheinlich für die Milcherzeugung der Aschengehalt der Nahrungsmittel eine viel wichtigere Rolle spielt als der Erdsalzgehalt des Trinkwassers. In der Milch sind nicht nur die Erdsalze, sondern auch alle übrigen Nährsalze in reichlichen Mengen vorhanden, die im Trinkwasser entweder gar nicht oder doch nur in Spuren vorkommen. Wird aber auch nur eins der er-

[1]) Röse. Die Wichtigkeit der Mutterbrust für die körperliche und geistige Entwicklung des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1905. Heft 3.

forderlichen Nährsalze in ungenügender Menge zugeführt, dann können alle übrigen in noch so reichlichen Mengen vorhanden sein; es nützt nichts! In allen kalkarmen Gegenden von Deutschland und Schweden, wo die Bevölkerung noch gut stillt, wird nun gleichzeitig auch ein nährsalzreiches Brot gegessen und viel Milch genossen. Die Ziege ist in jenen kalkarmen Gegenden die Hauptspenderin kalkreicher Nahrung für stillende Mütter. Eine Frau aus kalkarmer Gegend, die vorzugsweise von Ziegenmilch und Schwarzbrot lebt, führt ihrem Körper aber mehr milchspendende Erdsalze zu als eine Frau aus kalkreicher Gegend, die hauptsächlich Fleisch, Weißbrot und Fleischbrühe genießt. Trotz aller dieser widrigen Umstände, die die Statistik stören, läßt sich dennoch ein gewisser günstiger Einfluß des harten Trinkwassers auf die durchschnittliche Stillungsdauer der Frauen auch auf statistischem Wege

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der durchschnittlichen Stillungsdauer von Schulkindern.

Nach den Erhebungen von Dr. med. C. Röse in 106 deutschen und schwedischen Dörfen, wo die Stillungsfrage beantwortet worden ist.

Tabelle 99.

Durchschnittliche Gesamthärte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Anzahl der untersuchten Ortschaften	Durchschnittliche Stillungsdauer
Unter 10,0 Härtegraden	38	*6,3* Monate
10,0—19,9 Härtegrade	29	*6,3* „
20,0—24,9 „	13	*5,3* „
25,0—37,9 „	16	*6,5* „
Über 38,0 „	10	*8,5* „

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so länger ist die durchschnittliche Stillungsdauer.

nachweisen. In Tabelle 99 haben die Frauen aus den kalkreichsten Dörfern eine um 2,2 Monate längere Stillungsdauer als die Frauen aus kalkarmen Dörfern. Der eine unregelmäßige Sprung in der sonst regelmäßig zunehmenden Reihenfolge rührt daher, daß unter den Dörfern mit einer Gesamthärte von 20,0—24,9 besonders viele württembergische Dörfer enthalten sind, wo die Nichtstillungsmode einen übermächtigen Einfluß ausübt.

Auch bei den Musterungspflichtigen hat sich in einigen Gegenden der günstige Einfluß des harten Trinkwassers auf die Stillungsdauer feststellen lassen. In dem nordthüringischen Kreise Hohnstein (Tabelle 100), wo die Nichtstillungsmode noch keinen festen Fuß gefaßt hat, haben die Ortschaften mit weicherem Trinkwasser (unter 10,0°)

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der durchschnittlichen Stillungsdauer.

Nach den Erhebungen von Dr. C. Röse bei *nordthüringischen* Tabelle 100. *Musterungspflichtigen* des Kreises *Hohnstein.*

Durchschnittliche Härte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Durchschnittliche Stillungsdauer
Bleibende Härte über 10,0 °	*10,1* Monate
„ „ unter 10,0 „	*8,3* „

Tabelle 101 A. **Die durchschnittliche Stillungsdauer bei nordthüringischen Musterungspflichtigen und Schulkindern in der *Stadt Nordhausen.***

	Durchschnittliche Stillungsdauer
Nordthüringische Musterungspflichtige	8,6 Monate
Nordthüringische Knaben der Volks- und Mittelschule	7,3 „

B. Nordthüringische Musterungspflichtige der Stadt Nordhausen.

Landgeborene	8,9 Monate
Halbstädter	8,5 „
Voll-Nordhäuser	8,5 „

C. Nordthüringische Knaben der Volks- und Mittelschule in Nordhausen.

Landgeborene	7,6 Monate
Halbstädter	7,4 „
Voll-Nordhäuser	6,7 „

D. Eingeborene Musterungspflichtige aus der Stadt Nordhausen und ihrem Vororte Salza.

Eingeborene aus Salza	9,9 Monate
Durchschnittliche Gesamthärte = 43,5 °	
Eingeborene aus Nordhausen	8,5 „
Durchschnittliche Gesamthärte = 3,2 °	

eine um beinahe 2 Monate geringere Stillungsdauer als die kalkreichern Orte. Besonders beachtenswert sind die Verhältnisse in der Stadt Nordhausen, deren Bevölkerung größtenteils aus dem Kreise Hohnstein zuwandert (Tabelle 101). Die Stadt Nordhausen mit ihrem weichen Leitungswasser liegt wie eine Insel mitten in einem Landgebiete mit viel härtern Trinkwässern. Vor einem Menschenalter hatte auch Nordhausen noch hartes Trinkwasser aus Pumpbrunnen. Der Nordhäuser Arzt Dr. med. Hagen hat nun auf Grund seiner

langjährigen Erfahrung beobachtet, daß in vielen Nordhäuser Familien die jungen Frauen nicht mehr stillen können, während ihre Mütter noch dazu fähig waren. Hagen möchte dafür ausschließlich das jetzige weiche Leitungswasser verantwortlich machen. Aus Tabelle 101 geht hervor, daß tatsächlich die durchschnittliche Stillungsdauer der Nordhäuser Frauen in Abnahme begriffen ist. Während die 20—22 Jahre alten Musterungspflichtigen im Durchschnitt noch 8,6 Monate gestillt worden sind, beträgt die Stillungsdauer bei den 6—13 Jahre alten Knaben der Volks- und Mittelschule nur noch 7,3 Monate. Sowohl bei den Musterungspflichtigen, als auch bei den Schulkindern haben die Voll-Nordhäuser eine geringere Stillungsdauer als die Halbstädter und Landgeborenen. Ein schädlicher Einfluß des Stadtlebens ist also deutlich erkennbar. Aus den Tabellen 101B und C läßt sich aber nicht erkennen, ob vielleicht außer dem weichen Trinkwasser auch noch andere schädliche Einflüsse der Stadt, insbesondere vermehrter Alkoholgenuß eine Rolle gespielt haben. Dagegen kommt in Tabelle 101D der ungünstige Einfluß des weichen Trinkwassers völlig ungetrübt zur Geltung. Die Bewohner des Vorortes Salza führen genau dieselbe städtische Lebensweise wie die Bewohner der Stadt Nordhausen selbst. Aber das Trinkwasser hat in Salza eine viel bedeutendere Härte, und demgemäß ist dort die durchschnittliche Stillungsdauer beinahe $1^1/_2$ Monate länger.

Ein ähnliches Verhältnis, wie zwischen Nordhausen und Salza besteht zwischen der Stadt Gotha und ihren Vororten Siebleben und Sundhausen. Auch dort haben die Vororte infolge ihres härtern Trinkwassers eine längere Stillungsdauer (Tabelle 102).

Die durchschnittliche Stillungsdauer bei den eingeborenen Musterungspflichtigen der Stadt Gotha und ihrer Vororte Siebleben und Sundhausen. Tabelle 102.

	Durchschnittliche Stillungsdauer
Eingeborene aus Siebleben und Sundhausen . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 54,2 °	5,5 Monate
Eingeborene der Stadt Gotha . . . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 0,8 °	5,1 „

7. Erdsalzarmut und Rhachitis.

Die Rhachitis ist eine Krankheit, die gleich der Zahnkaries auf verschiedenen Ursachen beruht. Es war ein großer Fehler der bisherigen umfangreichen Rhachitis-Forschung, daß immer nur nach

der Krankheitsursache gesucht worden ist, und daß man der Meinung war, eine Erklärungshypothese müsse die andere ausschließen. Während man bis in die jüngste Zeit herein die Rhachitis vorwiegend als eine besondere Krankheit des Knochensystems betrachtet hat, bricht sich neuerdings mehr und mehr die Erkenntnis Bahn, daß es sich dabei um eine allgemeine Stoffwechselerkrankung handelt, die vorzugsweise die Gewebe des mittlern Keimblatts befällt.[1]) Zahlreiche Beobachtungen sprechen dafür, daß die Anlage zur Rhachitis vererblich ist. Merkwürdigerweise ist von einigen Forschern das Vorkommen einer angeborenen Rhachitis geleugnet worden, und demgemäß haben auch einzelne Zahngelehrte, wie z. B. Professor Busch das Vorkommen von rhachitischen Entwicklungsstörungen bei den menschlichen Milchzähnen bestritten. Derartige Hypoplasien kommen nun aber an Milchzähnen gar nicht so selten vor, und zwar auch an solchen Stellen der Zahnkrone, deren Entwicklung schon vor der Geburt abgeschlossen ist. Angeborene Rhachitis kann also sicherlich vorkommen, wenn sie auch nicht so häufig ist wie z. B. Spietschka[2]) annimmt.

Die Rhachitis ruft nicht nur an den Knochen und Zähnen krankhafte Veränderungen hervor, sondern auch im Gehirn, in den Muskeln und Lymphdrüsen.

Ebenso wie bei der Zahnverderbnis, so müssen wir auch bei der Rhachitis mittelbare und unmittelbare Ursachen unterscheiden. Stubenluftelend, Lues, Alkoholismus und allgemeine körperliche Erschöpfung der Eltern gehören zu den mittelbaren Ursachen, die das Auftreten der Krankheit mehr oder weniger begünstigen. Die unmittelbare Ursache der Rhachitis aber ist sicherlich in unzweckmäßiger, unnatürlicher Ernährung zu suchen, durch die eine krankhafte Störung des Nährsalz-Stoffwechsels herbeigeführt wird. Ob das Kind selbst schlecht genährt wird, oder ob nur seine Mutter in der Schwangerschafts- und Stillungszeit an Ernährungsstörungen leidet, bleibt sich im Enderfolge gleich. Wenn ein Mutterbrust-Kind an Rhachitis erkrankt, dann ist sicherlich auch seine Mutter nicht völlig gesund.

Bei einem rhachitischen Kinde leiden nicht etwa nur die zahn- und knochenbildenden Zellen an einer Störung des Nährsalz-Stoff-

[1]) Siehe z. B. Abderhalden, Lehrbuch der Physiologischen Chemie 1906. Fiebig, Rhachitis als eine auf Alkoholisation und Produktionserschöpfung beruhende Entwicklungsanomalie der Bindesubstanzen. Beiträge zur Kinderforschung und Heilerziehung. Langensalza 1907.

[2]) Spietschka, zur Frage der angeborenen Rhachitis. Jahrbuch für Kinderheilkunde Bd. IX. 3.

wechsels, sondern auch alle übrigen Körpergewebe, insbesondere das Blut. Darum sind auch rhachitische Kinder so wenig widerstandsfähig gegen andere, zufällig hinzukommende ansteckende Krankheiten, wie Keuchhusten, Lungenentzündung, Masern, Scharlach u. a. Manche Ärzte vertreten die Ansicht, daß gerade umgekehrt das Auftreten solcher Kinderkrankheiten erst die Entstehung der Rhachitis begünstigte. Aber das ist sicherlich nur eine Verwechslung von Ursache und Wirkung. Man darf nicht den Fehler begehen, Rhachitis erst dann anzunehmen, wenn die bekannten, leicht erkennbaren Störungen des Knochenwachstums aufgetreten sind. In vielen Fällen besteht die rhachitische Erkrankung schon geraume Zeit, bevor jene Knochenerscheinungen sich zeigen. Ja, es gibt vereinzelte Fälle von Rhachitis, in denen überhaupt keine nachweisbaren Störungen des Knochenwachstums stattgefunden haben, während die hypoplastischen Grübchenbildungen an den Zähnen späterhin den unwiderlegbaren Beweis erbringen, daß das Kind trotzdem an Rhachitis gelitten hat. Außerdem ist es ja bekannt, daß ein geübter pathologischer Anatom auf dem Seziertische gar manche leichtere rhachitische Knochenerkrankung feststellt, die dem behandelnden Arzte während des Lebens vollständig entgangen war. Kurz, ich halte es für ausgeschlossen, daß eine zufällig auftretende Infektionskrankheit bei einem bis dahin völlig gesunden Kinde Rhachitis hervorrufen könnte. Wohl aber kann die bis dahin ganz unmerklich verlaufende rhachitische Stoffwechselstörung durch anderweitige Erkrankung zu einer plötzlichen Verschlimmerung gebracht werden. Das Kind hatte vielleicht seinen Nährsalz-Stoffwechsel bis dahin noch mühselig aufrecht erhalten können. Aber das Glas war voll bis zum Überlaufen; und dann genügt ja bekanntlich oft nur ein Tropfen, um den plötzlichen Überlauf herbeizuführen.

Nur eine Kinderkrankheit gibt es, die mit der Rhachitis in innigstem ursächlichen Zusammenhange steht, ja, die vielleicht schon als erstes Anzeichen der kommenden Rhachitis selbst betrachtet werden muß; das ist der chronische Magendarmkatarrh der Säuglinge. Dieses Darmleiden tritt nun bei künstlicher Ernährung viel häufiger auf, und somit erklärt sich die innige Wechselbeziehung zwischen Rhachitis und Stillungsdauer, die ich[1]) auf Grundlage eines außergewöhnlich umfangreichen Untersuchungsmaterials zahlenmäßig nachgewiesen habe. Kürzlich hat Fiebig auf Grund einer Untersuchung von 504 Schulkindern meine Beobachtungen bestätigt. In Überein-

[1]) **Röse, die Wichtigkeit der Mutterbrust für die körperliche und geistige Entwicklung des Menschen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1905. Heft 3.**

stimmung mit v. Bunge[1]) meint er aber, daß die künstliche Ernährung der Säuglinge nicht als unmittelbare Ursache der Rhachitis betrachtet werden dürfte. Stillungsunfähigkeit und Rhachitis seien vielmehr nur Parallelerscheinungen einer viel tiefer liegenden Ursache, nämlich der Alkoholvergiftung der Vorfahren. Ich selbst bin überzeugter Alkohol-Abstinent und erkenne die großen Verdienste unumwunden an, die v. Bunge u. a. sich um die Bekämpfung dieser verderblichen Volksseuche erworben haben. Aber ich kann mich trotzdem nicht zu jenem Antialkohol-Fanatismus bekennen, der am liebsten jede Erkrankung des menschlichen Körpers ausschließlich dem Alkoholmißbrauche zur Last legen möchte. Solche Übertreibungen sind nur geeignet, die so segensreiche Antialkohol-Bewegung in übeln Geruch zu bringen. Ich persönlich glaube daran, daß zahlreiche Fälle von Rhachitis durch den Alkoholgenuß der Eltern begünstigt werden können. Einen wirklichen schlagenden Beweis für diese Ansicht hat freilich bisher noch niemand erbracht, und es würde nicht schwer fallen, Hunderte und Tausende von Fällen zusammenzustellen, in denen der Alkoholismus sicherlich keine Rolle gespielt hat. Einen solchen Fall habe ich in meiner eigenen Familie beobachtet. Alkoholismus hat in meinem Hause nie eine Rolle gespielt. Im Anfang unserer Ehe haben wir zwar noch Alkohol genossen, aber nur in wirklich sehr mäßigen Mengen. Eltern und Vorfahren sind völlig gesund. Von unseren beiden Knaben wog der ältere bei der Geburt kaum 6 Pfund. Da ihn aber seine Mutter gut stillen konnte, so hat er sich prächtig entwickelt und alle Kinderkrankheiten spielend leicht überwunden. Der 2 Jahre später geborene jüngere Knabe wog bei seiner Geburt $7^1/_2$ Pfund. Mit seinen roten Bäckchen war er geradezu ein Musterbild von Gesundheit. Leider mußte er aber dann wegen eiteriger Brustentzündung der Mutter künstlich genährt werden. Ich war damals noch der irrigen Überzeugung, daß der Soxhletapparat die Mutterbrust ersetzen könnte. Aber es entwickelte sich nach und nach eine schwere, langandauernde Rhachitis, die das arme Kind nahe an den Rand des Grabes gebracht hat. Alle andern Gründe, die man sonst noch für das Auftreten der Krankheit verantwortlich machen könnte, kommen im vorliegenden Falle nicht in Betracht. Die Rhachitis meines jüngeren Sohnes ist einzig und allein der unnatürlichen Ernährungsweise zur Last zu legen.

Da die Knochen von rhachitischen Kindern ärmer an Kalksalzen sind als gesunde Knochen, so hat man schon sehr bald mangelhafte

[1]) v. Bunge. Die zunehmende Unfähigkeit der Frauen, ihre Kinder zu stillen. 5. Auflage. München 1906.

Zufuhr von Kalksalzen als unmittelbare Ursache der Rhachitis angesehen. Roloff[1]), Erwin Voit[2]) u. a. glaubten den Nachweis erbracht zu haben, daß man durch kalkarme Ernährung junger Tiere die Krankheit künstlich erzeugen könnte. Von anderer Seite ist dagegen bestritten worden, daß es sich bei dem erzeugten Krankheitsbilde der Tiere um wirkliche Rhachitis gehandelt habe. Ja, einige Forscher, wie Fiebig, gehen sogar so weit, daß sie das Vorkommen von echter Rhachitis bei Tieren überhaupt leugnen wollen. Das geht entschieden zu weit. Bei Affen z. B. kommt sicherlich eine echte Rhachitis vor[3]). Ich selbst besitze den Schädel eines in der Gefangenschaft verstorbenen Makakus mit echten rhachitischen Zahnhypoplasien, die sich in keinerlei Weise von denen des Menschen unterscheiden.

Nun gibt es aber einen scheinbar schlagenden Gegenbeweis gegen die Kalkmangeltheorie der Rhachitis. Kuhmilch enthält nämlich 3—4 mal so viel Kalk wie Menschenmilch. Trotzdem erkranken die mit Kuhmilch künstlich ernährten Säuglinge häufiger an Rhachitis als Mutterbrustkinder. Also — meinte man — kann die Rhachitis nicht auf Kalkmangel beruhen. Dieser Trugschluß hat wesentlich dazu beigetragen, um Jahrzehnte hindurch die Forschung über den ungünstigen Einfluß kalkarmer Nahrung auf die menschliche Gesundheit überhaupt zu hemmen. Nun hat vor einigen Jahren Zweifel[4]) versucht, durch sehr mühselige Untersuchungen des Rätsels Lösung zu finden. Er geht von dem richtigen Gedanken aus, daß trotz reichlicher Kalkzufuhr der Säugling an Kalkarmut leiden kann, wenn die Kalksalze nicht in resorbierbarer Form vorhanden sind. Während die menschliche Milch bei Labzusatz in ganz losen, dünnen Flöckchen gerinnt, ballt sich die Kuhmilch zu mächtigen Klumpen zusammen, die wohl von dem stärker säurehaltigen Magensafte des Kalbes leicht verdaut werden können, schwer dagegen vom säureärmern Magensafte des gesunden Kindes und noch schwerer vom jungen Säuglinge, der an Verdauungsstörungen leidet. In der frischen Milch sind die Kalksalze in löslichen Verbindungen enthalten. Fällt man aber die Kuhmilch durch Labzusatz, entfernt das Fett im Soxhlet'schen Äther-Extraktionsapparat und wäscht den Rückstand viele Stunden lang

[1]) Roloff, Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. 1875.

[2]) Erwin Voit, über die Bedeutung des Kalkes für den tierischen Organismus. Zeitschrift für Biologie 1880.

[3]) Hansemann, die Rhachitis des Schädels. Berlin. Hirschwald 1901.

[4]) Zweifel, Aetiologie, Prophylaxis und Therapie der Rhachitis. Leipzig 1900.

sorgfältig aus, bis bei Zusatz von Silbernitratlösung keine Trübung mehr entsteht, dann enthält das Filtrat nur noch etwa die Hälfte der Milch-Kalksalze in löslicher Form, die andere Hälfte dagegen ist in unlösliche Form übergegangen und wird im Kaseinrückstande festgehalten. Zweifel ist im Irrtume, wenn er meint, daß dieser unlösliche Rückstand der Kalksalze aus tertiärem Calciumphosphat bestünde. Es handelt sich dabei um viel verwickeltere Kalk-Eiweißverbindungen. Aber darin hat Zweifel recht, daß die gefällten Kasein-Kalksalze der Kuhmilch für den menschlichen Säugling mit gestörter Verdauung nahezu unlöslich und unresorbierbar sind. Nun wäscht außerdem der Darm eines an Verdauungsstörungen leidenden Säuglings den Kaseinrückstand der Kuhmilch nicht so sorgfältig aus, wie das der Chemiker im Laboratorium vollführt. Läßt man das Milchgerinsel von ungekochter, gelabter Kuhmilch ohne sorgfältige Auswaschung nur 24 Stunden lang auf dem Filter abtropfen, dann bleiben 70,5—72,5 % der Kalksalze im Kaseinrückstande zurück. Noch ungünstiger werden die Verhältnisse, wenn die Milch vor dem Labzusatze gekocht worden ist. Ungekochte gelabte Milch bildet anfangs einen festen Milchkuchen, der aber bald nachher die Molke und mit ihr die löslichen Kalksalze aus sich herauspreßt. Gekochte Milch dagegen gerinnt nach Labzusatz in ganz anderer Form. Es entsteht ein Niederschlag, der einige Ähnlichkeit mit Griesbrei hat. Dieser kleinflockige, aber dichte Niederschlag schließt erhebliche Mengen von Milchserum in sich ein und hält es so fest, daß die Molke teilweise auf dem Filter zurückbleibt. Bei seinen Versuchen mit gekochter Milch behielt Zweifel nach Labzusatz 81,4 % — 89,1 % ungelöster Kalkasche im Kaseinrückstande auf dem Filter zurück. Daraus schließt er mit Recht, daß ein mit gekochter Kuhmilch gefütterter magendarmkranker! Säugling trotz des Kalkreichtums dieser Milch dennoch an Kalkarmut leiden kann. Wie sehr das Kochen der Milch ihre Verdaulichkeit beeinträchtigt, geht schon aus der Tatsache hervor, daß Kälber schlecht gedeihen oder zugrunde gehen, wenn sie mit gekochter Kuhmilch gefüttert werden. Der menschliche Säugling aber soll diese veränderte und dazu noch artfremde Milch nach Ansicht mancher Ärzte anstandslos verdauen können! Das kann er aber nur dann, wenn er ausnahmsweise über besonders kräftig entwickelte Verdauungsorgane verfügt.

Da die zur Säuglingsnahrung verwendete Kuhmilch meistens mit Wasser verdünnt wird, so spielt beim Erdsalz-Stoffwechsel des Kindes auch die Härte des Trinkwassers eine gewisse Rolle. Wird nun gar mit kalkarmen Mehlbreien gefüttert, dann gewinnt der Erdsalzgehalt des zum Kochen verwendeten Trinkwassers eine noch

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von rhachitischen Entwicklungsstörungen (Hypoplasie) der Zähne.
Nach den Erhebungen von Dr. med. C. Röse bei ***allen*** (23796) Volks-
Tabelle 103. schulkindern in 129 ländlichen Ortschaften.

Durchschnittliche Gesamthärte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Anzahl der untersuchten Ortschaften	Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der Kinder mit Hypoplasie der Zähne	Prozentsatz der Kinder mit Hypoplasie der Zähne
unter 5,0 Härtegr.	23	5934	1124	***18,9***
5,0— 9,9 „	23	3875	628	***16,2***
10,0—24,9 „	54	9095	1413	***15,5***
25,0 - 29,9 „	13	2131	322	***15,1***
30,0—37,9 „	6	944	134	***14,2***
über 38,0 „	10	1816	231	***12,7***

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von rhachitischen Entwicklungsstörungen (Hypoplasie) der Zähne.
Nach den von Dr. med. C. Röse 1901 und 1902 vorgenommenen Untersuchungen in ***Schweden*** (1511 Kinder in 19 Ortschaften).

Tabelle 104.

Durchschnittliche Gesamthärte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Anzahl der untersuchten Ortschaften	Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der Kinder mit Hypoplasie der Zähne	Prozentsatz der Kinder mit Hypoplasie der Zähne
unter 5,0 Härtegr.	3	207	23	***11,1***
5,0—14,9 „	9	777	48	***6,2***
über 15,0 „	7	527	16	***3,0***

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von rhachitischen Entwicklungsstörungen (Hypoplasie) der Zähne.
Nach den Erhebungen von Dr. med. C. Röse bei den 4555 ***nichtgestillten***
Tabelle 105. Volksschulkindern in 106 ländlichen Ortschaften.

Durchschnittliche Gesamthärte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Anzahl der untersuchten Ortschaften	Anzahl der untersuchten Kinder	Anzahl der Kinder mit Hypoplasie der Zähne	Prozentsatz der Kinder mit Hypoplasie der Zähne
unter 5,0 Härtegr.	21	966	264	***27,3***
5,0—14,9 „	32	1215	321	***26,3***
15,0—29,9 „	37	1937	445	***22,9***
über 30,0 „	16	437	99	***22,7***

Man beachte: Je härter das Trinkwasser, um so seltener ist die Rhachitis.

Die Beziehungen zwischen dem Erdsalzgehalte des Trinkwassers und der Häufigkeit von rhachitischen Entwicklungsstörungen (Hypoplasie) der Zähne. Nach den Erhebungen von Dr med. C. Röse bei *deutschen Musterungspflichtigen.*

Durchschnittliche Härte des Trinkwassers in deutschen Härtegraden	Prozentsatz der Musterungspflichtigen mit Hypoplasie der Zähne
Grafschaft Hohnstein. Alle einheimischen Musterungspflichtigen.	
Tabelle 106.	
Bleibende Härte unter 10,0 °	*18,6*
„ „ 10,0—19,9 „	*16,3*
„ „ über 20,0 „	*10,2*
Herzogtum Gotha. Alle mitteldeutschen Musterungspflichtigen aus den Landratsämtern Gotha, Ohrdruf und der Stadt Gotha.	
Tabelle 107.	
Stadtgeborene aus der **Stadt Gotha** Gesamthärte = 0,8 °	*21,5*
Landgeborene aus Ortschaften mit einer Gesamthärte unter 25,0 °	*10,9*
Landgeborene aus Ortschaften mit einer Gesamthärte über 25,0 °	*7,5*
Amtshauptmannschaft ***Meissen.*** Einheimische Musterungspflichtige des	
Tabelle 108. Landbezirks.	
Bleibende Härte unter 10,0 °	*25,2*
„ „ über 10,0 „	*20,3*
Tabelle 109. ***Provinz Posen.*** Alle einheimischen Musterungspflichtigen.	
Landratsamt ***Schwerin.*** Einheimische . . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 19,3 °	*19,7*
Landratsamt ***Samter.*** Einheimische . . . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 31,7 °	*9,2*
Stadt Nordhausen und ihr Vorort ***Salza.*** Einheimische Nord-	
Tabelle 110. thüringer.	
Eingeborene der **Stadt Nordhausen** . . . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 3,2 °	*45,3*
Eingeborene aus **Salza** . . . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 43,5 °	*17,0*
Stadt Gotha und ihre Vororte ***Siebleben*** und ***Sundhausen.*** Mittel-	
Tabelle 111. thüringische Musterungspflichtige.	
Eingeborene der **Stadt Gotha** . . . . . Durchschnittliche Gesamthärte = 0,8 °	*21,5*
Eingeborene der Vororte **Siebleben** und **Sundhausen** Durchschnittliche Gesamthärte = 54,2 °	*9,3*

viel größere Bedeutung. Von diesen Erwägungen ausgehend habe ich mein Schulkinder- und Rekrutenmaterial auch noch auf die Frage hin geprüft, ob sich Beziehungen zwischen Trinkwasserhärte und Rhachitis nachweisen ließen. Und siehe da, diese Beziehungen waren viel auffälliger, als ich von Anfang an vermutet hatte. Bei meinen ausgedehnten statistischen Zahnuntersuchungen sind in den Jahren 1900—1904 auch die rhachitischen Zahnmißbildungen (Hypoplasien) besonders vermerkt worden.

In Tabelle 103 habe ich nun alle von mir untersuchten ländlichen Ortschaften nach der Durchschnittshärte ihrer Trinkwässer in 6 Gruppen eingeteilt. Es stellte sich heraus, daß Schritt für Schritt mit der Zunahme der Wasserhärte die Häufigkeit der Rhachitis abnimmt. In Schweden war dieser Zusammenhang noch viel deutlicher (Tabelle 104). Wie wir gesehen haben, ist die Stillungsdauer teilweise vom Kalkgehalte des Trinkwassers abhängig, während sie anderseits einen bedeutenden Einfluß auf die Häufigkeit der Rhachitis ausübt. Man hätte nun einwenden können, die größere Häufigkeit der Rhachitis in kalkärmern Orten beruhe nur darauf, daß dort besser gestillt worden sei. Um diesen Einwand zu entkräften, habe ich in Tabelle 105 nur die nichtgestillten Kinder aus allen Ortschaften zusammengestellt, wo die Stillungsfrage beantwortet worden war. Und siehe da, auch bei ihnen ist die Häufigkeit der Rhachitis von der Trinkwasserhärte abhängig. Die Tabellen 106—111 schließlich liefern den Beweis, daß die gleichen Beziehungen auch bei Musterungspflichtigen nachweisbar sind, und zwar handelt es sich um viel innigere Beziehungen als zwischen Wasserhärte und Stillungsdauer. Während z. B. nach Tabelle 102 die durchschnittliche Stillungsdauer in Gotha nur um 0,4 Monate kürzer ist als in Siebleben und Sundhausen, hat die kalkarme Stadt Gotha beinahe $2^1/_2$ mal so häufig Zahn-Rhachitis als ihre kalkreichen Vororte. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Nordhausen. Danach steht die Tatsache fest, daß der Kalkmangel des Trinkwassers imstande ist, das Auftreten von Rhachitis zu begünstigen.

8. Uber die Aufnahme der Erdsalze in den menschlichen Körper.

In seinem oben erwähnten Lehrbuche der Physiologischen Chemie kommt Abderhalden auch zur Erörterung der Frage, in welcher Form der Kalk zur Resorption und Assimilation gelangte. Er schreibt: „Wir berühren damit eine der wundesten Stellen der ganzen Ernährungsphysiologie. Während unsere Kenntnisse über die Art des Vorkommens der organischen Nahrungsstoffe recht große sind, wissen wir noch sehr wenig über die Art der Bindung der anorganischen

Nahrungsstoffe in den natürlichen Nahrungsmitteln. Wir wissen nicht, ob sie als anorganische Salze in ihnen — den Pflanzen — oder den tierischen Geweben — vorhanden sind oder aber, ob komplizierte, organische Verbindungen vorliegen, in welche die anorganischen Elemente in mehr oder weniger fester Bindung eingefügt sind."

Bereits in den vorhergehenden Abschnitten dieser Arbeit habe ich mich hier und da als Anhänger der letztern Annahme bekannt. Alle Vernunftgründe sprechen dafür, daß der zur Aufsaugung gelangte Kalk im Blute zum weitaus überwiegenden Teile in Form von mehr oder minder labilen Kalk-Eiweißverbindungen vorhanden ist. Und ebenso wie mit dem Kalke verhält es sich auch mit allen übrigen Nährsalzen. v. Bunge[1]) hat nachgewiesen, daß es sich in der frischen Milch nur um sehr lockere, salzartige Verbindungen zwischen Kalk und Milcheiweiß handeln kann. Ich halte es in Übereinstimmung mit v. Behring für sehr wahrscheinlich, daß der Säugling die Kalk-Eiweißverbindungen der Muttermilch wenigstens zum Teile ganz unverändert ins Blut aufnimmt, genau in derselben Bindung, wie die mütterliche Brustdrüse sie liefert. Das ist vielleicht ein weiterer Grund dafür, warum die anders gebundenen Kalkeiweiße artfremder Milch so schwer vom Säuglingskörper verarbeitet werden können. Nach dem Abschlusse des Säuglingslebens freilich vermögen die verdauungskräftiger gewordenen Magen- und Darmsäfte des gesunden Menschen auch die Erdsalze artfremder Milch zu verarbeiten und in lösliche Form überzuführen.

Alle wasserlöslichen Kalksalze von neutraler Beschaffenheit können ohne weiteres resorbiert und assimiliert werden. Dagegen müssen saure lösliche Kalksalze zuvor umgewandelt werden, ehe sie ins alkalisch reagierende Blut übergehen können. Angeregt durch die im vorigen Abschnitte erwähnten Untersuchungen Zweifels habe ich eine Reihe von Versuchen über die Löslichkeit einiger Milchsalze angestellt, wobei die Milch verschiedenen künstlichen Verdauungsvorgängen unterworfen worden ist. Zu diesen Versuchen wurden je 500 Gramm Kindermilch aus einer Molkerei in Dresden verwendet. Sämtliche Versuche sind an demselben Tage angesetzt worden, sodaß zu allen 10 Versuchen genau die gleiche Milch verwendet werden konnte.

Versuch I.

500 Gramm ungekochte Milch wurde unter gelindem Umrühren in 50 ccm Lablösung eingegossen und nach 10 Minuten auf 45° C.

[1]) v. Bunge, Der Kalk- und Eisengehalt unserer Nahrung. Zeitschrift für Biologie 1901.

Tabelle 112. **Die Löslichkeit einiger Milchsalze bei verschiedenartiger Zu jedem Versuch wurde**

Versuchs-Nr.	Anordnung des Versuchs	Es sind enthalten in
I.	Ungekochte Milch gelabt, Rückstand sorgfältig abgespült	Kaseinrückstand Molke
II.	Ungekochte Milch gelabt, Rückstand gründlich zerrieben und vollständig ausgewaschen	Kaseinrückstand Molke
III.	Gekochte Milch gelabt, Rückstand sorgfältig abgespült	Kaseinrückstand Molke
IV.	Gekochte Milch gelabt, Rückstand gründlich zerrieben und vollständig ausgewaschen	Kaseinrückstand Molke
V.	Ungekochte Milch gelabt, pepsinverdaut	Unverdauter Filterrückstand Molke und pepsinverdauter Teil
VI.	Gekochte Milch gelabt, pepsinverdaut	Unverdauter Filterrückstand Molke und pepsinverdauter Teil
VII.	Ungekochte Milch gelabt und filtriert, Filterrückstand trypsinverdaut	Unverdauter Filterrückstand Trypsinverdauter Teil Molke
VIII.	Gekochte Milch gelabt und filtriert, Filterrückstand trypsinverdaut	Unverdauter Filterrückstand Trypsinverdauter Teil Molke
IX.	Ungekochte Milch gelabt, pepsin- und trypsinverdaut	Unverdauter Filterrückstand Molke und pepsinverdauter Teil Trypsinverdauter Teil
X.	Gekochte Milch gelabt, pepsin- und trypsinverdaut	Unverdauter Filterrückstand Molke und pepsinverdauter Teil Trypsinverdauter Teil

erwärmt, bis die Molke sich aus dem Labgerinsel abschied. Nach Überführung auf ein großes Filter wurde so oft mit destilliertem Wasser abgespült, bis das Filtrat mit Silbernitrat keine Trübung mehr gab. Schließlich ist der unlösliche Kaseinrückstand einerseits, die filtrierte Molke samt den Waschwässern anderseits eingedampft, verascht und analysiert worden. Außer der Gesamtasche haben wir bei allen Versuchen Eisen, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure bestimmt.

Versuch II.

500 Gramm ungekochte Milch wurde genau wie im Versuche I in 50 ccm Lablösung eingegossen, erwärmt und auf ein Filter gebracht. Nachdem die Hauptmenge der Molke abgelaufen war, ist der Filter-

Behandlung und künstlicher Verdauung der Kuhmilch.
½ l Milch verwendet.

Aschenbestandteile in mg					Verteilung der Aschenbestandteile in %				
Gesamtasche	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Gesamtasche	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5
1241,8	3,6	590,0	21,3	570,3	13,30	61,84	51,23	17,94	50,71
8098,4	2,3	561,6	96,9	554,4	86,70	38,16	48,77	82,06	49,29
1173,7	4,4	570,9	19,1	528,5	12,68	73,95	49,34	16,03	47,24
8082,2	1,6	586,2	99,9	590,3	87,32	26,05	50,66	83,97	52,76
1265,9	3,8	595,7	28,0	581,1	13,72	58,20	52,43	23,81	51,91
7962,2	2,8	540,5	89,8	538,4	86,28	41,80	47,57	76,19	48,09
1155,8	3,0	552,5	24,0	509,5	12,24	59,60	47,56	20,36	44,86
8286,1	2,0	609,0	93,8	626,4	87,76	40,40	52,44	79,64	55,14
377,0	0,9	58,1	5,8	73,6	4,06	18,75	5,01	4,76	6,46
8913,1	3,9	1102,2	115,9	1064,2	95,94	81,25	94,99	95,24	93,54
231,8	1,7	60,0	3,9	68,3	2,49	34,00	5,17	3,16	5,97
13237,8	3,3	1101,2	121,0	1075,6	97,51	66,00	94,83	96,84	94,03
104,7	1,3	42,4	2,0	28,8	1,12	28,26	3,63	1,55	2,47
2204,8	1,6	591,2	25,4	600,3	23,51	34,78	50,74	20,07	51,42
7069,8	1,7	531,7	99,3	538,3	75,37	36,96	45,63	78,38	46,11
75,7	1,1	32,5	2,7	24,0	0,81	18,96	2,78	2,16	2,04
2158,9	2,8	599,9	32,6	602,5	23,13	48,28	51,35	26,01	51,23
7099,9	1,9	536,0	89,9	549,5	76,06	32,76	45,87	71,83	46,73
39,7	1,0	12,0	4,5	3,2	0,43	17,24	1,05	3,44	0,28
7997,3	3,2	1118,3	119,7	1072,7	86,68	55,17	97,56	91,66	92,34
1189,8	1,6	15,9	6,4	85,8	12,89	27,59	1,39	4,90	7,38
24,0	0,3	12,1	0,5	3,1	0,26	4,69	1,04	0,39	0,25
8109,5	4,9	1140,0	121,5	1106,2	87,82	76,56	97,73	95,68	94,21
1100,7	1,2	14,4	5,0	64,9	11,92	18,75	1,23	3,93	5,54

rückstand in einer Porzellanschale erst 3mal mit Aceton gründlich zerrieben worden, um das Fett zu entfernen. Sodann wurde der Rückstand mit destilliertem Wasser solange zerrieben, bis das filtrierte Waschwasser mit Silbernitrat keine Trübung mehr gab.

Versuch III.

500 Gramm gekochte Milch wurde wie im Versuche I behandelt. Die abgewogene frische Milch ist in einem Glaskolben auf dem Wasserbade 15 Minuten lang gekocht und hernach mit destilliertem Wasser bis zum ursprünglichen Gewichte wieder aufgefüllt worden.

Versuch IV.

500 Gramm gekochte Milch wurde wie im Versuche II behandelt.

Betrachten wir die Ergebnisse dieser ersten 4 Versuche in Tabelle 112, so zeigt es sich, daß schon das gründliche Abspülen der Milchgerinnsel auf dem Filter (Versuche I und III) genügt hat, um den größten Teil der wasserlöslichen Salze mit der Molke zu entfernen. Durch die entsprechenden Parallelversuche II und IV, in denen der Filterrückstand gründlich zerrieben worden ist, konnte nur noch ein geringer Bestandteil löslicher Asche, der mechanisch im Kaseinrückstande eingeschlossen war, entfernt werden. Wenn man nach Zweifels Vorgange nur eine oberflächliche Trennung zwischen löslicher und unlöslicher Milchasche vornimmt, indem man ohne gründliches Auswaschen die Molke einfach durchfiltrieren läßt, dann finden sich, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, allerdings Unterschiede zwischen gekochter und ungekochter Milch, indem das dichtere Kaseingerinnsel der gekochten Milch mehr Molkenbestandteile festhält. Spült man aber, wie in unsern Versuchen, gründlich ab oder zerreibt gar den Filterrückstand, dann ist die Löslichkeit der Milchasche bei gekochter und ungekochter Milch genau gleich groß. Das Endergebnis unserer ersten 4 Versuche lautet: Bei der Labgerinnung wird etwa die Hälfte des Kalks und der Phosphorsäure, $^3/_5$ des Eisens und $^1/_5$ des Magnesiums in Form von unlöslichen Salzen im Kasein zurückgehalten. Kali und Natron, die den Hauptbestandteil der Milchaschenbasen ausmachen, sind zwar nicht analysiert worden; doch zeigen die Löslichkeitsverhältnisse der Gesamtasche, daß nahezu die gesamte Masse dieser beiden Basen in der Molke enthalten sein muß. Zweifel vermutet, daß der unlöslich gewordene Kalk des gelabten Kaseinrückstandes in Form von Tricalciumphosphat vorhanden sei; und da dieses tertiäre Phosphat in alkalischen Flüssigkeiten völlig unlöslich ist, so nimmt Zweifel an, daß der Kalk des gelabten Kaseinrückstandes nur durch den sauren Magensaft verdaut werden könne, während er in dem alkalischen Inhalte des Darms völlig unlöslich sei. Die Schlußfolgerung ist richtig; es fragt sich nur, ob auch die Voraussetzung zutrifft. Um diese Frage zu prüfen, habe ich 6 weitere künstliche Verdauungsversuche mit Milch angestellt.

Versuch V.

500 Gramm ungekochte Milch wurde unter gelindem Umrühren in eine Mischung von 250 ccm Pepsinlösung (1,0 g Pepsin in 250 ccm 0,4 % Salzsäure gelöst) und 50 ccm Labessenz eingegossen und dann unter häufigem Umrühren 3 Stunden lang bei 38° C. im Brutschranke aufbewahrt. Nachdem das Fett mit Aceton entfernt worden war,

wurde der unverdaute Rückstand 20 Stunden lang sorgfältig ausgewaschen und filtriert. Da Spuren der unverdauten Salze mit Albuminstoffen durchs Filter hindurchgehen können, so ist das Filtrat nebst Waschwässern zum Sieden erhitzt und der entstandene geringe Niederschlag ausgewaschen und für sich verascht worden. Da es sich nur um verschwindend geringe Aschenmengen handelte, so sind sie der Einfachheit wegen in Tabelle 112 V bis X den Aschenbestandteilen des unverdauten Kaseinrückstandes beigezählt worden.

Versuch VI.

500 Gramm gekochte Milch wurde wie im Versuch V behandelt.

Die Ergebnisse dieser beiden Versuche beweisen, daß der größte Teil der durch Labfällung unlöslich gewordenen Milchsalze vom salzsäurehaltigen, gesunden Magensafte wieder gelöst und aufsaugungsfähig gemacht werden kann. Nur 5% der Kalkasche bleibt unlöslich. Die Löslichkeit der Milchasche ist bei gekochter und ungekochter Milch gleich groß. Nun war weiter zu untersuchen, wie die Milchsalze sich verhalten, wenn die Magenverdauung daniederliegt und nur noch die Darmverdauung in Betracht kommt. Darüber belehren die beiden wichtigsten Versuche VII und VIII.

Versuch VII.

500 Gramm ungekochte Milch wurde, wie in Versuch I durch Einfließenlassen in 50 ccm Labessenz gefällt, aber auf dem Filter nur oberflächlich mit destilliertem Wasser abgespült, etwa so, wie es im Magen geschehen würde. Der Filterrückstand ist sodann mit 250 ccm alkalischer Trypsinlösung (3,0 g Trypsin, 4,0 g Natron carbonicum pur. sicc. 1000,0 g Wasser) versetzt und unter häufigem Umrühren 2 Stunden lang bei 38° C. im Brutschranke aufbewahrt worden. Der unverdaute Rückstand wurde sorgfältig ausgewaschen und filtriert. Schließlich sind wiederum wie in den Versuchen V und VI durch Erhitzen des Filtrats die Albumine ausgefällt und dem unverdauten Kaseinrückstande beigefügt worden.

Versuch VIII.

500 Gramm gekochte Milch wurde wie in Versuch VII behandelt.

Die Ergebnisse der Versuche VII und VIII liefern den schlagenden Beweis, daß der durch Labfällung unlöslich gewordene Kasein- und Albuminkalk nicht in Form von Tricalciumphosphat, ja überhaupt nicht als anorganisches Salz vorhanden sein kann. Denn durch die alkalische Trypsinverdauung wird fast die gesamte Menge des durch Labfällung unlöslich gewordenen Kalks wieder gelöst. Tertiäres Calciumphosphat aber würde in der Trypsin-

lösung völlig unlöslich sein. Nur etwa 3% der Kalkasche bleibt unlöslich. Die Löslichkeit der Milchasche ist bei gekochter und ungekochter Milch gleich groß.

In den Versuchen IX und X schließlich ist nach Abschluß der Pepsinverdauung der unverdaute Rückstand außerdem noch mit Trypsin verdaut worden. Danach blieb nur noch 1% der Kalkasche als unlöslich auf dem Filter zurück.

Nun war noch die Frage zu prüfen, ob die bei der alkalischen Trypsinverdauung wieder wasserlöslich gewordenen Salze des Kaseinrückstandes auch aufsaugungsfähig (dialysierbar) seien. Sie hätten ja vielleicht auch in colloidaler Form vorhanden sein können. Zu dem Zwecke sind zwei Dialysierversuche mit fettarmer Magermilch vorgenommen worden. Je 300 Gramm ungekochter und gekochter Milch wurden mit je 20 ccm Labessenz bei 37° C. gefällt und genau so wie in den Versuchen VII und VIII von Tabelle 112 der alkalischen Trypsinverdauung unterworfen. Der unverdaute Filterrückstand enthielt im Mittel beider Versuche nur noch 0,070 g Asche und 0,033 g CaO im Liter. Das Filtrat der verdauten Milch wurde nun zur Verhütung des Faulens mit etwas Äther versetzt und in Pergamentschläuchen der Dialyse gegen destilliertes Wasser unterworfen, bis das Dialysat weder Chlor- noch Kalkreaktion mehr gab. Dreimal mußte der Inhalt der Pergamentschläuche durch Verdunsten auf eine geringere Menge eingeengt werden. Die Dialyse dauerte bei beiden Versuchen 41 Tage. Der Inhalt der Pergamentschläuche ist schließlich verascht worden, und es zeigte sich, daß von einem Liter Milch im Mittel nur noch 0,048 g Asche und 0,010 g Kalk als undialysierbar zurückgeblieben waren. Zwischen gekochter und ungekochter Milch fand sich auch bei diesen Versuchen kein greifbarer Unterschied. Danach steht es fest, daß bei regelrechter Verdauung fast die gesamte Masse der wasserlöslichen Milchsalze auch resorbiert werden kann; nur etwa 0,65% der Gesamtasche und 1,40% des Kalkes geht unverdaut und unresorbiert durch den menschlichen Darm.

Wie wir gesehen haben, sind die Kalksalze der Milch sowohl in sauren als auch in alkalischen Flüssigkeiten löslich. Wahrscheinlich handelt es sich um organische Kalk-Eiweißverbindungen, z. B. um Salze der organischen Aminosäuren oder um ähnliche Verbindungen.

Von verschiedenen Seiten ist schon die Meinung geäußert worden, daß für den Aufbau des menschlichen Körpers nur die in organischer Bindung zugeführten Nährsalze der Nahrungsmittel verwendbar seien. Ich selbst habe früher dieser Ansicht gehuldigt, solange es mir unbekannt geblieben war, daß nicht nur die Pflanzen, sondern auch die

tierischen Zellen, vor allem das Blut außerordentlich verwickelte chemische Umwandlungen und Zerlegungen vornehmen können. Erst dann, als meine eigenen statistischen Erhebungen den schlagenden Beweis geliefert hatten, daß es in erster Linie die anorganischen Kalksalze des Trinkwassers sind, die die menschliche Gesundheit so günstig beeinflussen, bin ich von jener oben erwähnten irrigen Anschauung abgekommen. Sehr treffend schreibt Abderhalden: „Wir gehen nicht fehl, wenn wir annehmen, daß jede Kalkverbindung, wenn sie im Darm in eine lösliche Form übergehen kann, resorbierbar und assimilierbar ist."

Die zukünftige Forschung über die Erdsalzfrage wird wesentlich vereinfacht werden, sobald man davon absieht, sie immer wieder mit der Rhachitis-Forschung zu verquicken. Kalkmangel ist eine Ursache der Rhachitis, aber nicht die alleinige. Nun bietet aber die gründliche Erforschung der Nährsalzfrage im allgemeinen und der Erdsalzfrage im besondern an und für sich schon so viele Schwierigkeiten, daß man sie nicht unnötigerweise noch mehr verwickeln sollte.

Schon in der ältern Literatur liegen eine Reihe von Beobachtungen vor, die den Beweis erbringen, daß anorganische Kalksalze vom tierischen Körper assimiliert werden können. Riesell[1]) u. Soborow[2]) wiesen bereits 1868 und 1872 nach, daß beim Menschen nach Einnahme von Kreide die Kalkmenge im Harn stieg. Ihre Angaben wurden von dem bereits in der Einleitung erwähnten Ernst Lehmann, ferner von Schetelig[3]) Perl[4]) u. a. bestätigt.

Wenn nun auch kein Zweifel mehr darüber bestehen kann, daß anorganische Kalksalze resorbiert werden können, so wissen wir doch über die Einzelheiten dieses Vorganges bisher herzlich wenig. Im Jahre 1883 hat Wagner[5]) eine neue Hypothese über die Kalkresorption aufgestellt, die für einen nicht hinreichend chemisch geschulten Arzt zunächst etwas Bestechendes hatte. Danach sollten Säuren und Basen der Kalksalze getrennt voneinander diffundieren,

---

[1]) Riesell, Über die P_2O_5 Ausscheidung im Harn bei Einnahme von kohlensaurem Kalk. Hoppe-Seylers medic.-chem. Untersuchungen 1868.

[2]) Soborow, Über Kalkausscheidung im Harn. Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1872.

[3]) Schetelig, Über Herstammung und Ausscheidung des Kalkes im gesunden und kranken Organismus. Virchows Archiv 1888 Bd. 82.

[4]) Perl, Über die Resorption der Kalksalze. Virchows Archiv 1878 Bd. 74.

[5]) Wagner, Untersuchungen über die Resorption der Calciumsalze. Zürich 1883.

und die Calciumsalze sollten nur in Form von Phosphaten, Karbonaten und Chloriden durchgängig sein, nicht aber auch als Sulfate. Diese letztere Ansicht war mir von vornherein etwas unwahrscheinlich, und ich habe zur Klärung der Frage folgenden Dialysierversuch angestellt: $^1/_2$ Liter destilliertes Wasser, in dem 0,9075 g schwefelsaurer Kalk (Gips) aufgelöst waren (entsprechend einer ungefähren Wasserhärte von

Tabelle 113.

	Ursprünglich war vorhanden		Nach Abschluß der Dialyse war vorhanden	
	g	in mg-Äquivalenten	g	in mg-Äquivalenten
im Innengefäße	$CaO = 0{,}3735$ $SO_3 = 0{,}5340$	$CaO = 133{,}4$ $SO_3 = 133{,}4$	$Na_2O = 0{,}7540$ $Cl = 0{,}8608$	$Na_2O = \mathbf{24{,}28}$ $Cl = \mathbf{24{,}28}$
im Außengefäße	$Na_2O = 8{,}4465$ $Cl = 9{,}6432$	$Na_2O = 272{,}02$ $Cl = 272{,}02$	$CaO = 0{,}0938$ $SO_3 = 0{,}1338$	$CaO = \mathbf{3{,}35}$ $SO_3 = \mathbf{3{,}34}$

50 deutschen Härtegraden), wurde ins innere Gefäß eines Grahamschen Dialysators eingegossen; im Außengefäße befand sich eine Lösung von 15,9167 g Kochsalz in $1^1/_2$ Liter OH_2 (0,9 % physiologische Kochsalzlösung). Nach 13 Stunden wurde die Dialyse unterbrochen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 113 wiedergegeben worden. Wären Säuren und Basen unabhängig voneinander durchgegangen, so hätten auf 24,28 mg-Äquivalente dialysierten Natrons 22,72 mg-Äquivalente Chlor entfallen müssen nach der Gleichung:

$$24{,}28 : x = \sqrt{35{,}45} : \sqrt{31{,}05}$$

Ebenso hätten 3,34 mg-Äquivalenten $CaO = 2{,}80$ mg-Äquivalente SO_3 entsprechen müssen nach der Gleichung:

$$3{,}34 : x = \sqrt{40{,}03} : \sqrt{28{,}00}$$

Statt dessen sind aber in den betreffenden Dialysaten genau eben so viele mg-Äquivalente Chlor wie Natron, Schwefelsäure wie Kalk vorhanden. Damit ist der Beweis geliefert, daß der Kalk in Salzform als schwefelsaurer Kalk durchgegangen ist und nicht in Form von zerlegten Säuren und Basen.

Wagner spricht in seiner Arbeit von Ionen, meint aber damit die Säuren und Basen. Nicht CaO ist das Ion von Calcium, sondern $Ca^{\cdot\cdot}$, nicht HCl ist ein Ion, sondern Cl'. Aber auch die wirklichen Ionen dissoziierter Salzlösungen können bei der Dialyse nicht getrennt voneinander durch die Membran gehen, sondern jedes Kation zieht sein entsprechendes Anion unmittelbar nach, d. h. Salzlösungen gehen als solche chemisch unverändert durch die Zellmembran hindurch.

Wagner sucht nun weiterhin nachzuweisen, daß die Bildung reier Salzsäure im Magen selbst unter Mitwirkung von Kalksalzen

der Nahrung zustande käme. Die Phosphorsäure des im Blute kreisenden Dinatriumphosphats soll durch die Schleimhaut hindurch ins Innere das Magens dialysieren und sich dort mit chlorhaltigen Salzen, insbesondere mit Chlorcalcium umsetzen. Dabei soll freie Salzsäure im Magen entstehen, während die übrigbleibenden Phosphate wieder ins Blut zurück dialysieren sollen, etwa auch folgender Gleichung:

	Im Blute vorhanden	Im Magen vorhanden
vorher	$2 \times Na_2HPO_4$ (Dinatriumphosphat)	$3 \times CaCl_2$ (Chlorcalcium)
nachher	$4 \times NaCl + \frac{1}{n} Ca_3(PO_4)_2$ (Kochsalz) (Tricalciumphosphat)	$\frac{n-1}{n} Ca_3(PO_4)_2 + 2 \times HCl$ (Tricalciumphosphat) (Salzsäure)

Die Unhaltbarkeit dieser Hypothese ist durch einen weitern Dialysierversuch nachgewiesen worden, dessen Ergebnis Tabelle 114 wiedergibt. Im Innengefäße des Dialysators befand sich eine Lösung von 1,4055 g $Na_2HPO_4 + 12\ H_2O$ in $^1/_2$ Liter Wasser (entsprechend etwa 2 Molekülen Dinatriumphosphat), im Außengefäße 0,6523 g $CaCl_2$ in $1^1/_2$ Liter Wasser (entsprechend etwa 3 Molekülen Chlorcalcium). Die Dinatriumphosphatlösung reagierte eine Spur alkalisch, die Chlorcalciumlösung völlig neutral. Die Stärke der Salzlösung ist so gewählt worden, daß das bei etwaiger doppelter Umsetzung entstehende Dicalciumphosphat ($CaHPO_4$) noch in Lösung bleiben konnte, während das völlig wasserunlösliche Tricalciumphosphat ($Ca_3(PO_4)_2$) hätte ausfallen müssen. Ferner hätte laut Wagners Hypothese nach Beendigung des Versuchs die äußere Flüssigkeit infolge ihres vermeintlichen Salzsäuregehaltes ziemlich stark sauer reagieren müssen. Die Dauer der Dialyse betrug 5 Tage. Danach war die Reaktion in beiden Gefäßen vollkommen neutral, und ein Niederschlag von ausgefälltem Tricalciumphosphat ließ sich nicht nachweisen. Säuren und Basen waren nach Abschluß der Dialyse genau im gleichen Verhältnis vorhanden wie vorher. Selbstverständlich soll damit nicht gesagt sein, daß nach der Dialyse nur Chlorcalcium und Dinatriumphosphat vorhanden gewesen wären. Es kann in den Dialysaten auch noch Kochsalz und Dicalciumphosphat durch Umsetzung entstanden sein, aber kein Salz einer neuen Reihe, also kein Tricalciumphosphat und keine freie Salzsäure. Salze einer neuen Reihe können nicht durch einfache Umsetzung entstehen, sondern nur durch Einwirkung einer neu hinzutretenden Kraftquelle. Das durch Umsetzung im Dialysate entstehende Calciumphosphat muß von derselben Reihe sein wie das ursprünglich vorhandene Dinatriumphosphat, also Dicalciumphosphat. Würden wir zum Dialysierversuche

Tabelle 114.

	Ursprünglich war vorhanden			
	Reaktion	g	in mg-Äquivalenten	Verhältnis der mg-Äquivalente
im Innengefäße	kaum wahrnehmbar alkalisch	Na_2O = 0,2438 P_2O_5 = 0,2787	Na_2O = 7,85 P_2O_5 = 11,77	Na_2O = ***2,0*** P_2O_5 = ***3,0***
im Außengefäße	völlig neutral	CaO = 0,3294 Cl = 0,4170	CaO = 11,76 Cl = 11,76	CaO = ***1,0*** Cl = ***1,0***

Tabelle 115. **Erdsalz-Dialysierversuche mit**

Versuch	Beim Beginn der Versuche enthielt der Erdsalzlösung
1.	1,833 g $CaCO_3$-Pulver + 2 l Aqua destillata . . . . . (Kohlensaurer Kalk)
2.	1,833 g $CaCO_3$-Pulver + 2 l kohlensäurehaltige Aqua destillata (Kohlensaurer Kalk)
3.	2 l Wildunger Helenenquelle . . . . .
4.	3,07 g $CaHPO_4$-Pulver + 2 l Aqua destillata . . . . . (Dicalciumphosphat)
5.	3,07 g $CaHPO_4$-Pulver + 2 l kohlensäurehaltige Aqua destillata (Dicalciumphosphat)
6.	3,832 g $Ca(NO_3)_2$ in 2 l Aqua destillata gelöst . . . . . (Salpetersaurer Kalk)

Tabelle 116. **Erdsalz-Dialysierversuche mit getrockneten und**

Versuch	Beim Beginn der Versuche enthielt der Erdsalzlösung
1.	2 l Mineralquelle aus Herste in Westfalen . . . . .
2.	2 l Römerquelle aus Kärnten . . . . .
3.	3,07 g $CaHPO_4$-Pulver + 2 l Aqua destillata . . . . . (Dicalciumphosphat)
4.	3,07 g $CaHPO_4$-Pulver + 2 l kohlensäurehaltige Aqua destillata (Dicalciumphosphat)
5.	2,6568 g $CaSO_4$ in 2 l Aqua destillata gelöst . . . . . (Gips)
6.	0,6666 g $Ca(NO_3)_2$ + 0,5957 g $Mg(NO_3)_2$ in 2 l Aqua destillata gelöst (Salpetersaurer Kalk) (Salpetersaure Magnesia)

Nach Abschluß der Dialyse war vorhanden			
Reaktion	g	in mg-Äquivalenten	Verhältnis der mg-Äquivalente
völlig neutral	CaO = 0,0898 Cl = 0,1139	CaO = 3,21 Cl = 3,21	CaO = ***1,0*** Cl = ***1,0***
völlig neutral	Na_2O = 0,1704 P_2O_5 = 0,1950	Na_2O = 5,49 P_2O_5 = 8,24	Na_2O = ***2,0*** P_2O_5 = ***3,0***

frischen Blinddärmen vom Rind.

Darm		Am Ende der Versuche enthielt die äußere Kochsalzlösung			
g		g		in Prozenten der ursprünglich im Darm vorhandenen Salze	
CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO
1,0000	—	0,0080	—	0,8	—
1,0000	—	0,0824	—	8,2	—
0,9878	0,8524	0,1948	0,1542	19,7	18,1
1,0170	—	0,0120	—	1,2	—
1,0170	—	0,0232	—	2,3	—
1,0360	—	0,1172	—	11,3	—

von Fett befreiten Blinddärmen vom Rind.

Darm		Am Ende der Versuche enthielt die äußere Kochsalzlösung			
g		g		in Prozenten der ursprünglich im Darm vorhandenen Salze	
CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO
0,9540	0,2420	0,2044	0,0609	21,4	25,1
1,0080	0,2410	0,2364	0,0641	23,5	26,6
1,0170	—	0,0604	—	5,9	—
1,0170	—	0,0984	—	9,7	—
1,0936	—	0,1900	—	17,4	—
0,2276	0,1610	0,0664	0,0548	34,2	34,1

Mononatriumphosphat verwendet haben, dann würde sich Monocalciumphosphat umgesetzt haben. Nur bei Verwendung von Trinatriumphosphat hätte die Bildung von Tricalciumphosphat stattfinden können. Eine Bildung von freier Salzsäure aber wäre auch dann unmöglich. Sie ist nur dann denkbar, wenn man dem Dinatriumphosphate irgend eine andere Säure beimischen würde; dann würde freie Salzsäure und Monocalciumphosphat entstehen.

Daß die Absonderung der freien Salzsäure des Magens trotzdem in irgend einer Weise durch die Anwesenheit von Kalksalzen befördert wird, geht aus dem in der Einleitung erwähnten Versuche Heidenhains hervor. Dabei spielen aber die Kalksalze wahrscheinlich nur die Rolle eines Reizmittels. Die Hypothese Wagners ist jedenfalls völlig unhaltbar.

Um die Resorptionsfähigkeit der verschiedenen anorganischen Kalksalze näher zu prüfen, haben wir noch eine große Anzahl von weitern Dialysierversuchen angestellt. Ich gedachte, möglichst natürliche Verhältnisse zu schaffen und habe daher zunächst frische Schweinsmägen verwendet. Leider haben diese aber eine so dicke Muscularis, daß so gut wie nichts hindurch dialysierte. Dann habe ich von den Schweinsmägen die Muscularis sorgfältig abpräpariert. Aber auch dann war die Magenwandung noch zu dick für Dialysierversuche (3—5 mm, an einzelnen Stellen noch dicker). Es dialysierten nur geringe Mengen der Kalksalze hindurch. Außerdem war durch die Entfernung der Serosa eine Fehlerquelle geschaffen worden, indem aus den verletzten Magenwänden Eiweißbestandteile ausgelaugt wurden, die ebenfalls geringe Mengen von Kalksalzen enthielten. Kurz, die erste Versuchsreihe von 6 Magen-Dialysierversuchen mußte als gegenstandslos ausgeschieden werden.

Für die zweite Versuchsreihe (Tabelle 115) habe ich frische Blinddärme vom Rinde verwendet, die wegen ihrer geringern, gleichmäßigen Stärke für Dialysierzwecke etwas besser geeignet waren. Immerhin störten auch da die großen Fettmengen, die in die Darmwandung eingelagert sind. In einer dritten Versuchsreihe (Tabelle 116) habe ich schließlich getrocknete Blinddärme vom Rinde benützt, die vorher gründlich ausgeäthert und von Fett befreit worden waren.

Die Versuche sind in folgender Weise ausgeführt worden: Der zuerst mit physiologischer Kochsalzlösung sorgfältig ausgewaschene und dann mit destilliertem Wasser abgespülte Blinddarm wurde mit 2 Liter der zu untersuchenden Erdsalzlösung angefüllt. Das abgeschnittene offene Darmende ist mit Bindfaden gut umschnürt worden. Mit Hilfe der Bindfadenschlinge und eines emaillierten Durchschlags wurde die gefüllte Darmschlinge vorsichtig in einen

großen Glaskasten eingesenkt, der 6 Liter blutwarme physiologische Kochsalzlösung enthielt. Das abgeschnürte Ende des Darms mit der Bindfadenschlinge ist zur Vermeidung von Fehlerquellen niemals mit in die Kochsalzlösung eingetaucht worden, sondern wurde durch einen quer über die Wandungen des Glaskastens gelegten Glasstab hochgehalten. Die Versuche sind in einem bakteriologischen Brutzimmer vorgenommen worden, das stets auf 35—37° C. gehalten werden konnte. Während der ganzen dreistündigen Dauer des Versuchs sind die Blinddarmwände von Zeit zu Zeit mit einem dicken Glasstabe bewegt worden, um die peristaltischen Bewegungen nachzuahmen. Trotz alledem entspricht die Versuchsanordnung nicht entfernt den natürlichen Verhältnissen. Im lebenden Darme brauchen Salzlösungen nur die dünne Epithelschicht zu durchdringen, um ins Blut zu gelangen. Bei unsern Versuchen aber mußten sie auch noch durch Muscularis und Serosa hindurchwandern. Ferner wurde bei unsern Versuchen die das Blut ersetzende physiologische Kochsalzlösung im Glaskasten mehr und mehr mit Kalksalzen angereichert. Die im Blute kreisende geringe Kalkmenge bleibt sich aber immer annähernd gleich. Werden größere Mengen neuen Kalks zugeführt, dann scheidet das Blut dafür durch Dickdarmschleimhaut und Nieren die überflüssigen Mengen abgebauter Kalksalze wieder aus. Bei unsern Versuchen konnte daher die Diffusionsgeschwindigkeit nicht entfernt so groß sein wie unter natürlichen Verhältnissen.

Bisher hat man häufig angenommen, daß einer der wichtigsten Bestandteile in den natürlichen Trinkwässern, nämlich der doppeltkohlensaure Kalk, erst dann resorbiert werden könnte, wenn er zuvor durch die Salzsäure des Magens in lösliches Chlorcalcium umgewandelt worden sei. Wenn das tatsächlich der Fall wäre, dann würde beim Genusse solcher Trinkwässer eine gewisse Verschwendung mit der Salzsäure des Magens getrieben werden. Nun deuteten aber verschiedene Umstände darauf hin, daß möglicherweise die Kohlensäure der Trinkwässer imstande sein könnte, den kohlensauren Kalk auch im Magen in doppeltkohlensaurer Form in Lösung zu halten und unverändert zur Resorption zu bringen. Diese Vermutung ist durch meine Versuche bestätigt worden (Tabelle 115 Versuch 1 und 2). Ein Blinddarm wurde mit 1,833 g $CaCO_3$ in Pulverform und mit 2 Liter Aqua destillata beschickt. Es sind nur ganz winzige Mengen von 0,8 % Kalk im Außengefäße gefunden worden, und diese stammen vermutlich aus der Darmwand. In Versuch 2 dagegen wurden der gleichen Menge $CaCO_3$-Pulver 2 Liter mit Kohlensäure gesättigtes destilliertes Wasser zugesetzt; und dann waren 8,2 % des im reinen Wasser nahezu unlöslichen kohlensauren

Kalks durch die Darmwände hindurchgegangen. Künstlich eingepreßte Kohlensäure ist zwar nicht entfernt so fest ans Wasser gebunden, wie die Kohlensäure der natürlichen Quellen und entweicht bei der blutwarmen Versuchstemperatur von 37° C zum größten Teile sehr bald in Gasform. Immerhin hat der im Wasser verbliebene Rest von gebundener Kohlensäure genügt, um einen Teil des unlöslichen einfach-kohlensauren Kalks in löslichen doppeltkohlensauren Kalk überzuführen; und dieser doppelt-kohlensaure Kalk dialysiert anstandslos durch die Darmwandungen. In Versuch 3 der Tabelle 115 habe ich den Darm mit natürlichkohlensaurer Wildunger Helenenquelle beschickt, die Kalk und Magnesia ausschließlich in doppelt-kohlensaurer Bindung enthält. Von den Erdsalzen dieser natürlichen Mineralquelle sind mehr als doppelt so große Mengen dialysiert wie in Versuch 2 aus künstlich-kohlensaurem Wasser. Noch größere Mengen von dialysierten kohlensauren Erdsalzen haben zwei andere natürliche Mineralquellen (Tabelle 116 Versuch 1 und 2) geliefert. Eine davon, die neu aufgefundene Mineralquelle zu Herste in Westfalen, ist bisher in der Literatur noch nicht erwähnt worden; darum habe ich in Tabelle 117 ihre

Analyse einer kohlensäurereichen erdigen Mineralquelle zu Herste in Westfalen.

(Aus den Originalzahlen berechnet.)

Tabelle 117. Analytiker Dr. Päßler (22. November 1904).

In 1 kg Mineralwasser sind enthalten:

		g	Milli-Mol	mg-Äquivalente
Kalium-Ion	($K^{\cdot}$)	0,04423	1,129	1,129
Natrium-Ion	($Na^{\cdot}$)	0,04323	1,876	1,876
Calcium-Ion	($Ca^{\cdot\cdot}$)	0,34098	8,503	17,006
Magnesium-Ion	($Mg^{\cdot\cdot}$)	0,07311	3,001	6,002
Ferro-Ion	($Fe^{\cdot\cdot}$)	0,00224	0,040	0,080
				26,1
Chlor-Ion	(Cl')	0,08921	2,575	2,575
Sulfat-Ion	(SO_4'')	0,15241	1,586	3,173
Nitrat-Ion	(NO_3')	0,18680	3,012	3,012
Hydrokarbonat-Ion	(HCO_3')	1,06110	17,392	17,392
		1,9933	39,115	26,1
Kieselsäure (meta)	(H_2SiO_3)	0,0332	0,424	
		2,0265	39,539	
Freies Kohlendioxyd	(CO_2)	2,4870	56,522	
		4,5135	96,061	

Kalk-Härte = 47,70
Magnesia-Härte = 16,84
Gesamt-Härte = 64,54

Analyse angegeben. Die Quelle bietet einen vorzüglichen Ersatz für die Wildunger Georg-Viktor-Quelle, da sie infolge ihres bedeutend geringern Eisengehalts keine Verstopfung hervorruft.

Ganz mit Recht kommt man in der Ärztewelt mehr und mehr davon ab, bei Rhachitis phosphorsauren Kalk (Dicalciumphosphat) zu verabreichen. Dieses Salz ist zwar in sehr geringen Mengen im Wasser löslich. Trotzdem dialysierte bei meinen Versuchen nur wenig davon durch die Darmwände (Tabelle 115 Versuch 4 und 5, Tabelle 116 Versuch 3 und 4). Die Menge des dialysierten phosphorsauren Kalks stieg aber aufs doppelte an, wenn statt des gewöhnlichen Wassers ein mit Kohlensäure imprägniertes destilliertes Wasser verwendet wurde. Der Vollständigkeit wegen ist in Tabelle 116 Versuch 5 noch ein Versuch mit Gipswasser, in Tabelle 115 Versuch 6 mit Calciumnitratlösung und in Tabelle 116 Versuch 6 mit einem Gemische von Calciumnitratlösung und Magnesiumnitratlösung gemacht worden. Der salpetersaure Kalk diffundiert noch etwas besser als der schwefelsaure.

Zu guter Letzt habe ich im Grahamschen Dialysator noch 4 Versuche angestellt, um die Durchgängigkeit der Kalksalze von schwach-kohlensäurehaltigem Quellwasser zu prüfen. Zu diesen Versuchen ist das Wasser der thüringischen Riedbornquelle benützt worden, deren Analyse Tabelle 118 wiedergibt. Es handelt sich um eine der erdsalzreichsten Quellen, die überhaupt bekannt sind.

Analyse der kohlensäurearmen Riedbornquelle in Thüringen.
(Aus den Originalzahlen berechnet.)

Tabelle 118. Analytiker Dr. Päßler (1904).

In 1 kg Wasser sind enthalten:

		g	Milli-Mol	mg-Äquivalente
Kalium-Ion	($K^{\cdot}$)	0,00149	0,03806	0,03806
Natrium-Ion	($Na^{\cdot}$)	0,00646	0,28026	0,28026
Calcium-Ion	$Ca^{\cdot\cdot}$)	0,59848	14,925	29,850
Magnesium-Ion	($Mg^{\cdot\cdot}$)	0,07840	3,2185	6,437
Ferro-Ion	($Fe^{\cdot\cdot}$)	0,00171	0,0306	0,0612
				36,67
Chlor-Ion	(Cl')	0,01200	0,3385	0,3385
Sulfat-Ion	(SO_4'')	1,45210	15,1170	30,2340
Hydrokarbonat-Ion	(HCO_3')	0,37198	6,0970	6,0970
		2,52262	40,0449	36,67
Kieselsäure (meta)	(H_2SiO_3)	0,00895	0,1141	
		2,53157	40,1590	

Kalk-Härte = 83,72
Magnesia-Härte = 18,06
Gesamt-Härte = 101,78

Sie entspringt in jenem Teile Mittelthüringens, wo es die besten Zähne in ganz Deutschland gibt. Die Riedbornquelle hat in ihrer Zusammensetzung große Ähnlichkeit mit den Heilquellen von Contrexéville. Tabelle 119 zeigt, daß die natürliche, kohlensäure-

Tabelle 119.

	Ursprünglich waren im Innengefäße vorhanden g	Nach Beendigung des Versuchs waren ins Außengefäß übergegangen	
		g	in Prozenten der ursprünglich im Innengefäße vorhandenen Salze
CaO	0,4361	0,1047	*24,01*
MgO	0,0702	0,0230	*32,76*
SO_3	0,6089	0,2031	*33,35*

arme Riedbornquelle große Mengen von Kalksalzen durch die Membran hindurch dialysieren läßt. Angeregt durch meine obigen Versuche über den günstigen Einfluß der Kohlensäure habe ich dem Wasser der natürlichen Riedbornquelle schließlich größere Mengen von künstlicher Kohlensäure in verschiedener Form beigemischt, um zu erfahren, ob sie dadurch noch mehr dialysierbar werden würde. Zu dem Zwecke ist 1. käufliche Kohlensäure im Sodawasserapparate eingepreßt worden. 2. wurde dem Wasser im Innengefäße des Dialysators Brausepulver zugesetzt. 3. wurde Riedbornwasser auf Flaschen gefüllt, mit Brausepulver versetzt und sofort fest verschlossen. Wenn man dann 48 Stunden lang auf Eis aufbewahrte, war die aus dem Brausepulver unter Druck langsam sich entwickelnde Kohlensäure im Wasser in sehr inniger Bindung vorhanden. Tabelle 120 zeigt nun das auf den ersten Blick über-

Tabelle 120.

	Ursprünglich waren im Innengefäße vorhanden g			Nach Beendigung des Versuchs waren ins Außengefäß übergegangen					
				g			in Prozenten der ursprünglich im Innengefäß vorhandenen Salze		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
CaO	0,4878	0,4538	0,4549	0,0949	0,1167	0,0991	**19,46**	**25,72**	**21,78**
MgO	0,0741	0,0856	0,0738	0,0201	0,0597	0,0186	**27,13**	**34,70**	**25,20**
SO_3	0,6989	0,6248	0,6132	0,1603	0,2945	0,2443	**22,41**	**47,14**	**39,84**

raschende Ergebnis, daß in zwei Versuchen etwas weniger und nur in einem Versuche etwas mehr Erdsalze durch die Membran dialysiert sind als in Tabelle 119. Dieser scheinbare Mißerfolg der Versuche 1

und 3 läßt sich allerdings sehr leicht erklären. In diesen beiden Versuchen entwickelte sich nämlich die fester gebundene Kohlensäure in Form von kleinen Bläschen, die die Membran des Dialysators dicht bedeckten und somit auf mechanischem Wege die Dialyse hinderten. In Versuch 2 dagegen ist der größte Teil der plötzlich gebildeten Kohlensäure in Form von großen Blasen entwichen, die sofort in die Höhe stiegen und oben zerplatzten. Auf der Membran am Boden des Gefäßes sammelten sich nicht so viele Kohlensäurebläschen an, und darum sind in Versuch 2 infolge der Kohlensäureanreicherung tatsächlich ein klein wenig mehr Erdsalze durchgegangen als beim natürlichen, kohlensäurearmen Trinkwasser.

9. Die Bekämpfung der Erdsalzarmut.

Wenn mich jemand fragen würde, was ist das beste Heilmittel gegen die Kalkarmut, dann würde ich ihm sagen: Ziehen Sie in eine kalkreiche Gegend mit harten Trinkwässern und handeln Sie dort nach Göthes Worten:

„Leb mit dem Vieh als Vieh
Und acht es nicht für Raub,
Den Acker, den du pflanzest, selbst zu düngen.
Das ist das beste Mittel, glaub,
Auf achtzig Jahr dich zu verjüngen."

Höhere geistige Fortentwicklung und körperliche Verweichlichung **brauchen** nicht notwendigerweise miteinander verbunden zu sein; leider aber gehen sie bei den heutigen Kulturvölkern vielfach Hand in Hand. Und mit der mehr und mehr zunehmenden Lebensverfeinerung hängt die zunehmende Erdsalzarmut innig zusammen. Vor allem ist es die neuzeitige, gewaltige Industrieentwicklung, die die Gefahren der Kalkarmut wesentlich gesteigert hat. So lange Deutschland ein reiner Ackerbaustaat war, mied die Bevölkerung nach Möglichkeit die Niederlassung in kalkarmen Gebirgsgegenden, nicht etwa deshalb, weil sie instinktiv die Gefahren der kalkarmen Lebensweise geahnt hätte, sondern darum, weil der landwirtschaftliche Lebenserwerb dort schwieriger ist. Die wenig zahlreichen Bewohner der kalkarmen, abgelegenen Gebirgs- und Sandgegenden waren außerdem imstande, den Kalkmangel im Trinkwasser wenigstens teilweise durch kalkreiche Nahrung zu ersetzen. Wir haben gesehen, daß die Bodenfrüchte in kalkarmen Gegenden ebenso viele Nährsalze enthalten wie in kalkreichen. Der in kleinen Bachmühlen grob zermahlene und zu hartem Schwarzbrot verarbeitete, einheimische Roggen bot also ein ausgezeichnetes erdsalzreiches Nahrungsmittel. Dazu kam eine ausgedehnte

Zucht von Milchvieh, Kühen und Ziegen, die im Sommer auf den Waldblößen freie Weide fanden. Die ganze Milch wurde für eigenen Bedarf verwendet; und ein kalkreicheres Nahrungsmittel als Kuhmilch oder Ziegenmilch gibt es überhaupt nicht. Welch wichtige Rolle gerade die Ziege in kalkarmen Gegenden spielt, davon haben die meisten Stadtmenschen keine rechte Ahnung. Ein schwedisches Sprichwort sagt von den einfachen Bewohnern der kalkarmen Landschaft Kronobergslän: Man versetze den Kronoberger auf die Spitze einer einsamen Felseninsel und gebe ihm eine Ziege mit, dann wird er davon leben.

Schritt für Schritt mit der zunehmenden Industrieentwicklung aber hat sich die Lebensweise leider geändert. Fast nach jedem entlegenen Gebirgsorte führt heute eine Eisenbahn. Getreidebau lohnt sich nicht mehr auf den unfruchtbaren, kalkarmen Böden. Nur die kalkarme Kartoffel, die auch auf schlechten Böden gedeiht, wird noch in ausgedehntem Maße gezüchtet. Die kleinen Mahlmühlen sind verschwunden; man hat ihre Kraft für industrielle Zwecke lohnender ausnützen können. Statt des früher gebräuchlichen einheimischen Schwarzbrotes aus nährsalzreichem, grob zermahlenem Vollkorn wird heute ein kalkarmes Grau- oder Weißbrot genossen[1]). Auch die Viehzucht ist bedenklich zurückgegangen. Wenn ich als Kind auf Besuch bei Verwandten auf dem Thüringerwalde weilte, dann fesselte mich nichts so sehr als der tägliche Auszug der großen Milchviehherden. Heute hat sich die Zahl der menschlichen Bewohner in jenen Gebirgsdörfern beträchtlich vermehrt; das Milchvieh aber ist bedenklich zusammengeschmolzen. Man unterhält gerade noch so viel, um im Sommer die Bedürfnisse der städtischen Sommerfrischler decken zu können. Ja, es kommt häufig vor, daß nach manchen Gebirgsorten während der Sommermonate Milch aus angrenzenden Ackerbaugegenden eingeführt werden muß. Die Viehhaltung erfordert eben doch viele Sorgfalt und Arbeit; und diese können die Gebirgsbewohner heute in der Industrie lohnender verwerten. Vielfach ist den Leuten auch die reichliche Viehzucht aus forstwirtschaftlichen Rücksichten erschwert worden. Früher, als das Holz noch keinen so großen Wert hatte, gab es ausgedehnte Schläge und Matten mit geringem Waldbestande, wo das Vieh im Sommer reichliche Nahrung fand. Es kam nicht viel darauf an, wenn ein Teil der jungen Fichtenschonungen vom Weidevieh ver-

---

[1]) Röse, Der günstige Einfluß des harten Brotes auf die Gesunderhaltung der Zähne. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1904, Heft 8.

bissen wurde. So viele Bäume, als der damalige Waldbetrieb brauchte, wuchsen immerhin hoch. Heute aber ist die Forstwirtschaft eine andere geworden. Die jungen Schläge werden aufs sorgfältigste vor Weidevieh geschützt; denn auch die überzähligen jungen Fichten, die später herausgehauen werden müssen, um Platz für die Hochstammentwicklung der Nachbarn zu schaffen, kann man sehr nutzbringend als Weihnachtsbäume für die großen Städte verwerten. Die alten Weidegerechtigkeiten werden von den Waldbesitzern mehr und mehr in Bargeld abgelöst. Man glaubt, volle Gerechtigkeit geübt zu haben und hat doch die armen Waldbewohner ihres heiligsten Rechtes beraubt, nämlich des Mitbesitzes am Grund und Boden. Man hat sie dadurch gezwungen, sich mehr und mehr von der altererbten, nährsalzreichen Kost abzuwenden.

Es ist kein Zufall, daß sich die Industrie, abgesehen von den großen Städten, hauptsächlich gerade in kalkarmen Gebirgsgegenden ausgebreitet hat. Dort finden sich reichliche Wasserkräfte, die man durch Anlage von künstlichen Stauweihern noch vermehren kann. Dort fanden sich vor allem im Anfange der Industrieentwicklung billige und willige Arbeitskräfte, die auf industrielle Tätigkeit angewiesen waren und durch landwirtschaftliche Nebenarbeit dem regelmäßigen Industriebetriebe seltener entzogen wurden. Man lese einmal in der Statistik nach, wie unverhältnismäßig stark sich im Laufe des letzten halben Jahrhunderts die Bevölkerung in den kalkarmen Gebirgsgegenden von Schlesien, Böhmen, Sachsen, Thüringen usw. vermehrt hat! An Menschenzahl hat das deutsche Volk dabei gewonnen, an durchschnittlicher Volksgesundheit aber hat es bedeutend verloren. Die entartete Bevölkerung kalkarmer Gegenden wandert ja auch nach kalkreichern Gegenden aus und verschlechtert dort den durchschnittlichen Gesundheitszustand.

Und nun komme ich zu den Mittelpunkten der Industrieentwicklung, zu den **großen Städten. Sie sind die Massengräber unserer Volksgesundheit**[1]). Fast alle deutschen Großstädte haben mehr oder weniger kalkarmes Leitungswasser, so vor allem Berlin, Hamburg, Breslau, Dresden, Leipzig, Frankfurt a. M. Das reich bevölkerte rheinisch-westfälische Industriegebiet bezieht zum größten Teile kalkarmes Wasser aus der Ruhr usw. Viele von diesen Städten befinden sich in einer unangenehmen Zwangslage; sie können kein anderes Trinkwasser beschaffen. In andern Städten wäre das schon möglich gewesen; aber auch sie haben weiches

[1]) Röse, Beruf und Militärtauglichkeit. Politisch-anthropologische Revue. 1905. Jahrg. 4, Heft 3.

Trinkwasser für ihre Trinkwasserleitungen vorgezogen. Warum das? Weil die Industrie es verlangt! Hartes, kalkhaltiges Wasser ist zwar der menschlichen Gesundheit sehr zuträglich; aber es setzt Kesselstein ab in den Dampfkesseln, es eignet sich nicht so gut zu Wäschereien, Färbereien und ähnlichen Industriebetrieben. Die schon öfters erwähnte Stadt Nordhausen z. B. war vor einigen Jahren genötigt, eine neue Wasserleitung zu bauen. Man hätte dort mit leichter Mühe kalkreiches Leitungswasser beschaffen können. Aber man wollte der herrschenden Mode fröhnen und einen Stauweiher im kalkarmen Harzgebirge errichten. Die Nordhäuser Bevölkerung ist rechtzeitig gewarnt worden. Mehrere Jahre lang hat Dr. med. Hagen einen geradezu erbitterten Kampf gegen den Stauweiherplan geführt; schließlich ist er doch unterlegen. Warum? Nordhausen ist ein wichtiger Eisenbahn-Knotenpunkt. Die Eisenbahnverwaltung braucht dort sehr viel Wasser zur Speisung der Lokomotiven und verlangte dazu unbedingt ein möglichst kalkarmes Wasser. Um ein paar Dutzend Dampfrosse vor der Unannehmlichkeit zu bewahren, daß ihre Kessel von Zeit zu Zeit von Kesselstein gereinigt werden mußten, müssen jetzt auf unabsehbare Zeiten 30000 Menschen dauernde Gesundheitsschädigungen mit in Kauf nehmen! Die Stadt Nordhausen ist zu einem Entartungszentrum für ganz Nord-Thüringen geworden! Ähnlich liegen die Dinge in Gotha. Die dort bestehende Leitung von kalkarmem Quellwasser reichte nicht mehr aus. Man hätte in nächster Nähe kalkreiches Grundwasser erbohren können; aber die Stauweihermanie mußte auch dort ihr Opfer haben. Gerade das Stauweiherwasser ist der Gesundheit ganz besonders unzuträglich, weil es neben seinem völligen Kalkmangel auch noch Mangel an Kohlensäure hat. Alle Quellwässer nehmen beim Durchsickern durch die obersten Bodenschichten ziemlich erhebliche Mengen von Kohlensäure auf; und diese Kohlensäure des Trinkwassers regt die Verdauung an, indem sie im Magen eine leichte, arterielle Blutzufuhr erzeugt. Kohlensäurearmes Trinkwasser dagegen, wie destilliertes Wasser, Regenwasser und Stauweiherwasser liegt wie Blei im Magen. Es ist kein Zufall, daß die Menschen im allgemeinen eine instinktive Abneigung gegen „Tagewässer“ haben. Dieser natürliche Instinkt braucht nur wach gehalten zu werden, und die Stauweiher-Wasserleitungs-Mode wird wieder der wohlverdienten Vergessenheit anheimfallen.

In wohlhabenden Industrieorten, die in der Lage sind, kalkreiches Trinkwasser überhaupt beschaffen zu können, würde es sich am meisten empfehlen, doppelte Wasserleitungen einzurichten, eine kalkreiche Trink- und Kochwasserleitung für lebende Menschen und

eine kalkarme Nutzwasserleitung für industrielle Zwecke. Dadurch würden freilich große Mehrkosten entstehen; aber diese lohnen sich in hygienischer Hinsicht reichlich. Selbst für Städte wie Berlin, Hamburg und Leipzig ist es übrigens nicht unmöglich, hartes Trinkwasser zu beschaffen. In Thüringen und auf dem Eichsfelde gibt es genug reichfließende Kalkquellen, um den Bedarf dieser Großstädte vollauf decken zu können. Tatsächlich hat man sich vorübergehend schon einmal mit dem Gedanken getragen, die wasserreichste Quelle Deutschlands, den kalkreichen Ruhmesprung auf dem Eichsfelde zu fassen und nach Berlin zu leiten. Hoffentlich kommt dieser Plan noch einmal zur Ausführung.

Lange Zeit habe ich darüber nachgedacht und Versuche angestellt, ob man nicht weiche Leitungswässer künstlich härten könnte. Das hat allerdings seine Schwierigkeiten. Ein wohlschmeckendes Trinkwasser läßt sich jedenfalls auf diesem Wege nicht herstellen, höchstens ein geeignetes Kochwasser. Das ist nun einmal eine Eigentümlichkeit der schaffenden Natur, daß sie uns ihre Geheimnisse so ungern entschleiert. Die im 8. Abschnitte erwähnte Riedbornquelle z. B. hat trotz ihrer bedeutenden Härte und ihrer großen Menge von Sulfaten einen sehr angenehmen Geschmack. Stellt man aus ihren durch Berechnung gefundenen Salzen ein anscheinend gleich zusammengesetztes künstliches Wasser her, so schmeckt dies trotz ausgiebiger Anreicherung mit Kohlensäure einfach abscheulich. Ähnliches sehen wir ja bekanntlich bei vielen künstlichen Mineralwässern.

Wenn wir weiches Wasserleitungswasser künstlich härten wollen, dann muß zunächst vom kohlensauren Kalk gänzlich abgesehen werden. In den meisten kohlensäurearmen Leitungswässern würde sich so gut wie nichts davon lösen. Außerdem kommen in den natürlichen Wässern in der Regel nur noch schwefelsaure und salpetersaure Erdsalze vor. Die salpetersauren sind ja leicht löslich. Von den beiden schwefelsauren Salzen ist das Calciumsalz, der Gips, ziemlich schwer löslich. Man müßte ihn schon sehr fein zermahlen und kostspielige Filteranlagen einrichten, um den angestrebten Zweck zu erreichen. Aber ich bezweifle, daß überhaupt je einmal eine Stadtverwaltung ernstlich daran denken wird, ihr gesamtes Leitungswasser künstlich zu härten. Das wäre erstens eine ziemlich kostspielige Maßnahme, zweitens würde die Industrie dagegen Einspruch erheben, die ja weiches Wasser braucht. Und wenn die gesundheitlichen Interessen der Herrn Dampfkessel mit denen der Menschen in Widerstreit geraten, dann werden unter den heutigen Verhältnissen leider die Dampfkessel häufig den Sieg davon tragen.

Nun könnte man ja daran denken, kleinere Erdsalzfilter in jeder Küche aufzustellen. Aber auch das ist nicht gut angängig. Diese Filter würden, abgesehen vom Kostenpunkte, ziemlich viel Raum einnehmen, und ihre regelrechte Bedienung wäre nicht ganz leicht. Am einfachsten und billigsten läßt sich erdsalzreiches Kochwasser herstellen, wenn man neben der gewöhnlichen Kochsalzdose eine Dose mit löslichem Erdsalzgemische aufstellt und jedem Kochwasser eine entsprechende Menge davon beigibt. Ich habe zahlreiche Versuche aufgestellt, um ein zweckmäßiges, lösliches Erdsalzgemisch zusammenzustellen. Anfangs dachte ich daran, zu dem Zwecke Monocalciumphosphat zu verwenden und habe darum in Abschnitt 5 so zahlreiche Kochversuche mit diesem löslichen Kalksalze angestellt, — bis ich eines Tages gewahren mußte, daß dieses saure Kalksalz die Milch im Kaffee zum Gerinnen bringt. Saure Kalksalze sind also unbrauchbar. Zuckerkalk ist giftig. Auch das basische Calciumhydrat kann seiner Ätzwirkung wegen nicht in Betracht kommen. Nur neutrale Erdsalze sind verwendbar. Der Reihe nach habe ich dann sämtliche neutralen Kalksalze durchgeprüft. Glyzerinphosphorsaurer Kalk enthält zu geringe Mengen Calcium, zu große Mengen von überflüssiger Phosphorsäure und ist außerdem zu teuer. Chlorcalcium ist billig und leicht löslich, schmeckt aber schlecht. Schließlich bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß es bis auf weiteres am zweckmäßigsten ist, möglichst getreu den Fußstapfen der Mutter Natur zu folgen. Dann kommt man am wenigsten in Gefahr, folgenschwere Irrtümer zu begehen. Da kohlensaure Erdsalze im kohlensäurefreien Kochwasser so gut wie unlöslich sind, so bleiben also in der Hauptsache nur die schwefelsauren und salpetersauren Verbindungen von Kalk und Magnesia übrig. Das weitaus wichtigste von diesen vier Salzen ist der schwefelsaure Kalk, und gerade dieser ist leider am schwersten löslich. Ich habe zahlreiche Versuche über die Löslichkeitsverhältnisse des Calciumsulfats (Gipses) anstellen lassen, und es zeigte sich, daß seine Löslichkeit je nach Gesteinsbeschaffenheit, Brenndauer und Behandlungsart in weiten Grenzen schwankt. Wasserfreier Gips (Anhydrit, totgebrannter Gips, Annalin) ist z. B. so gut wie unlöslich im Wasser. Die Verwendung künstlich gehärteten Wassers wird sich bei der Zubereitung von Kaffee und Schokolade leicht einbürgern lassen; mit hartem Wasser zubereiteter Kaffee insbesondere schmeckt kräftiger, als wenn man weiches Kochwasser verwendet. Auch zum Verdünnen von Kuhmilch für Säuglinge sollte man künstlich gehärtetes oder natürlich hartes Wasser verwenden. Bei der Zugabe von Kalksalzen zum Speisen-Kochwasser muß beachtet werden, daß in harten, kalk-

reichen Wässern die Gemüse nicht so rasch weich werden wie in kalkarmem, weichem Wasser. In den harten Gipswässern Thüringens z. B. lassen sich Hülsenfrüchte überhaupt nicht ganz weich kochen. Das schadet den Leuten nichts, sondern nützt ihnen; denn sie müssen ihre Zähne gut gebrauchen und kräftig kauen. Wenn aber jemand von der Gewohnheit, möglichst weich gekochtes Gemüse zu genießen, nicht ablassen will, dann müssen die Gemüse in weichem Wasser gar gekocht und hernach erst mit Kalksalzen versetzt werden. Jedem Besitzer von noch einigermaßen kaukräftigen Zähnen würde ich aber empfehlen, die Speisen lieber von vornherein mit hartem Wasser anzusetzen und sie dafür um so kräftiger zu zerkauen. Von den Chinesen z. B. ist es bekannt, daß sie ihren Reis nur halbweich kochen lassen, um ihren Zähnen Gelegenheit zu kräftiger Kautätigkeit zu geben. In meiner Familie habe ich diese gute Sitte ebenfalls eingeführt, und zwar zur allgemeinen Zufriedenheit. Jeden Bissen Nahrung sollte man durchschnittlich 90—100mal kräftig kauen, ehe man ihn hinabschluckt. Die gründliche Zerkleinerung und Einspeichelung der Nahrung im Munde ist auch für den Erdsalzstoffwechsel von großer Bedeutung.

Wenn sich jemand durchaus nicht daran gewöhnen kann, in hartem Wasser gekochte Gemüse und sonstige Speisen zu genießen, dann möge er wenigstens diese Speisen im Dampftopfe dämpfen oder sie unter Zugabe von nur 1—2 Eßlöffel Wasser langsam zusammensinken und in eigner Feuchtigkeit schmoren lassen, wobei dann die Brühe nicht weggegossen, sondern mit genossen wird. Jedenfalls gibt es nichts Unsinnigeres, als Gemüse nach üblicher Art in großen Mengen kochenden Wassers auszulaugen, die ausgelaugten wertvollen Nährsalze fortzugießen und das wertlose Überbleibsel zu genießen! Eine Küchenreform in ähnlicher Art, wie sie u. a. bereits der verstorbene Dr. Lahmann angebahnt hat, ist auch ein sehr zweckmäßiges Heilmittel gegen die zunehmende Kalkarmut.

Es konnte nicht ausbleiben, daß rührige Unternehmer versuchen würden, sogenannte organische Erdsalzpräparate in Form von „Patentmedizinen“ zur Bekämpfung der Kalkarmut in den Handel zu bringen. Ich selbst habe mich, so lange ich in der physiologischen Chemie noch nicht genügend bewandert war, viele Jahre lang mit ähnlichen Gedanken getragen, bin aber schließlich wieder davon abgekommen. Daß die Zufuhr von offizinellem, phosphorsaurem Kalk (Dicalciumphosphat) ein ziemlich ungeeignetes Mittel zur Bekämpfung der Kalkarmut ist, habe ich bereits oben erwähnt. Noch viel ungeeigneter ist die Zufuhr von dreibasisch-phosphorsaurem Kalke

(Tricalciumphosphat) oder von solchen unlöslichen Verbindungen, wie sie in den Zähnen und Knochen enthalten sind. Dr. Kleinsorgen hat unter dem Namen „Osta“ ein solches ungeeignetes Präparat in den Handel gebracht.

Mit den sogenannten „organischen“ Nährpräparaten ist im Laufe der letzten Dezennien recht viel Unfug getrieben worden. Es klingt ja dem Laien recht plausibel, wenn man ihm vorredet, zur Bildung organischer Gewebe müßten auch die Erdsalze in gleicher organischer Form zugeführt werden, wie sie in den Geweben selbst vorhanden sind. Wir haben aber oben bereits gesehen, daß diese Ansicht irrig ist. Wenn man trotzdem nur organisch gebundene Kalksalze genießen will, dann gibt es dafür nichts Geeigneteres als die natürlichen und billigen Nahrungsmittel: Milch, Quark, Eier, grüne Gemüse, Hülsenfrüchte. Dort sind die Erdsalze überall in leicht löslichen und resorbierbaren Eiweißverbindungen vorhanden. Was soll aber die Zufuhr von **völlig unlöslichen** Erdsalzverbindungen, wie sie z. B. in gepulverten Zähnen oder im zermahlenen Knochen vorkommen? Die Erdsalze solcher Präparate müssen unter allen Umständen erst von der Salzsäure des Magens abgespalten und in Chloridverbindungen umgewandelt werden, falls sie überhaupt zur Resorption kommen sollen. Ist im kranken Magen, z. B. bei rhachitischen Kindern, an und für sich wenig Salzsäure vorhanden, dann wirken solche „organischen“ Kalkpräparate geradezu gesundheitsschädlich! Kurz, es sind dies die ungeeignetsten Erdsalzverbindungen, die man dem menschlichen Körper überhaupt zuführen kann. Man hat die Darreichung solcher Präparate aus gepulverten Zähnen auch aus dem Grunde empfohlen, weil darin kleine Mengen von Fluorsalzen enthalten seien. Nun sind aber in den meisten von unsern Nahrungsmitteln hinreichende Mengen von Fluor vorhanden, um den winzig geringen Bedarf der Zähne an Fluorsalzen stets vollauf decken zu können. Auch in den Trinkwässern kommen solche Fluorsalze sicherlich vor, wenn wir sie auch mit Hilfe der gewöhnlichen chemischen Analyse nur schwer nachweisen können. Danach muß ich es für völlig überflüssig und verfehlt halten, wenn man dem Körper zur Verbesserung des Zahnbaues noch reichliche Mengen von Fluorsalzen in Pulverform zuführen will, umsomehr, da alle löslichen Fluorsalze stark giftig und alle ungiftigen nahezu unlöslich sind.

Geradezu als Selbsttäuschung muß man es bezeichnen, wenn solche Präparate aus gemahlenen Zähnen oder Knochen als „organische“ Nährsalzpräparate bezeichnet werden. Auf rein mechanischem Wege lassen sich die Hartsubstanzen der Zähne und Knochen nicht

von den ihnen anhaftenden und darin eingeschlossenen weichen Gewebsbestandteilen trennen. Diese faulenden, weichen Gewebsbestandteile müssen aber unter allen Umständen entfernt werden, falls man nicht Gefahr laufen will, dem Körper Fäulnisstoffe oder gar krankheitserregende Spaltpilze zuzuführen. Beseitigt man die weichen Gewebsbestandteile durch Ausglühen, dann findet eine weitgehende chemische Umsetzung in den Salzen der Hartgewebe statt. Verwendet man starke Laugen zur Auflösung der weichen Gewebe, dann erfolgt ebenfalls teilweise eine chemische Umsetzung, indem ein kleinerer Teil der Phosphorsäure von der Lauge gelöst wird. Solche künstlich veränderten Erdsalzgemische können selbstverständlich nicht mehr als „organische" Nährsalzpräparate bezeichnet werden. Die wirklich organischen, d. h. fäulnisfähigen Bestandteile der Zähne und Knochen müssen ja bei der Herstellung solcher Präparate mehr oder weniger vollständig entfernt werden und mit ihnen die darin befindlichen Salze. Der in den Handel kommende Überrest der Zahn- und Knochensalze aber ist lediglich ein anorganisches Salzgemisch, das vor andern, viel billigern künstlichen Gemischen keinerlei Vorzüge, sondern nur Nachteile hat.

Gegen die Auswüchse der sogenannten Organotherapie ist in der ärztlichen Literatur schon oft genug Widerspruch laut geworden. Auf zahnärztlichem Gebiete ist dafür überhaupt kein Platz. Wer gepulverte Zähne zum Zwecke einer einseitigen Verbesserung des Zahnbaues verabreichen will, handelt nicht klüger, als wenn jemand das Gehirn etwas intelligenterer Tiere verfüttern wollte, um die Denkfaulheit unfähiger Menschen zu bekämpfen. Eine Verbesserung des Zahn- und Knochenbaues ist nur dann denkbar, wenn gleichzeitig auch der gesamte Stoffwechsel des Blutes und des ganzen übrigen Körpers durch zweckmäßige Ernährung günstig beeinflußt wird. Die in Knochen und Zähnen vorhandenen Verbindungen von Kalk und Magnesia sind als solche im Blute und in allen alkalischen Körpersäften völlig unlöslich. Im Blute kreisen ganz andere, in alkalischen Flüssigkeiten leicht lösliche **Erdsalz-Eiweißverbindungen**, die sich erst an Ort und Stelle, in den schmelz-, zahnbein- und knochenbildenden Zellen in unlösliche Verbindungen umwandeln. Ob wir die Erdsalze dem Körper in organischer oder anorganischer Form zuführen, ist ganz gleichgültig; nur leicht löslich und resorbierbar müssen sie sein. Die dreibasischen und zweibasischen Erdsalze der Phosphorsäure gehören teils zu den ganz unlöslichen, teils zu den sehr schwer löslichen Verbindungen. Die leichter löslichen einbasischen Salze aber haben saure Reaktion. Sie kommen im ge-

sunden menschlichen Körper nur als Auswurfstoffe vor, besonders im Harn, und wir würden durch Darreichung reichlicher Mengen von saurem Monocalcium-Phosphat nur die Neigung zu krankhafter Ausscheidung von Phosphaten (Steinbildung, Gicht u. a.) vermehren. Phosphorsäure findet sich in allen menschlichen Nahrungsmitteln in so überreichlicher Menge vor, daß wir davon nie zu wenig, aber fast stets zu viel zur Verfügung haben. Von der Verordnung phosphorsauren Kalks aus der Apotheke sollte also in Zukunft soweit wie möglich Abstand genommen werden. Wenn durchaus ein Erdsalzpräparat in fester Pulverform dargereicht werden soll, dann wähle man lieber kohlensaure, schwefelsaure oder salpetersaure Verbindungen.

Wenn es aber die Verhältnisse irgendwie gestatten, dann ist eine Verordnung von natürlichen, erdsalzreichen Mineralwässern vorzuziehen. Unter den Erdsalzquellen nehmen die kohlensäurereichen Erdsalzsäuerlinge den ersten Rang ein, weil sie einen sehr angenehmen Geschmack haben, und weil die natürlich gebundene Kohlensäure die ganze Verdauungstätigkeit in sehr wohltätiger Weise beeinflußt. Die Bezeichnung „erdige Mineralquelle" wird in Zukunft nicht mehr ein Armutstitel sein, wie Leichtenstern noch vor wenigen Jahrzehnten behauptet hat, sondern ein Ruhmestitel.

Es gibt in Europa, vor allem in Deutschland und Österreich-Ungarn, eine große Anzahl von erdsalzreichen Säuerlingen. Leider aber leiden die meisten von ihnen an einem sehr schweren Übelstande, indem sie zu viel Eisen haben. Die Eisensalze geben dem Wasser nicht nur einen tintenartigen, unangenehmen Geschmack, sondern sie zersetzen sich auch bei der Berührung mit atmosphärischer Luft, trüben das Mineralwasser und führen chronische Verstopfung herbei. Eisenreiche Mineralwässer dürfen daher immer nur vorübergehend genossen werden. Wenn aber die Erdsalzquellen ihren vollen, günstigen Einfluß auf den menschlichen Körper ausüben sollen, dann müssen sie andauernd als Tafelwässer Verwendung finden können. Ein Tafelwasser, das in der Flasche klar bleiben und bis zum letzten Tropfen genossen werden soll, darf in der Regel nicht mehr als 0,005 g Eisen ($Fe^{\cdot\cdot}$) im Liter enthalten. Ist mehr Eisen darin vorhanden, wie z. B. in den Wildunger Wässern, dann genügt in der Regel die geringe Luftmenge, die beim Abfüllen mit in die Flasche hineinkommt, um das Eisen in Form von Ocker zur Abscheidung zu bringen. Das Mineralwasser schmeckt dann nicht mehr tintenartig nach Eisen, aber es hat ein unappetitliches Aussehen, und das letzte Glas jeder Flasche mit der Hauptmasse des abgesetzten Ockers muß weggegossen werden.

Manche Erdsalzsäuerlinge enthalten außer den Erdsalzen noch kohlensaures Natron oder Kochsalz. Das gibt ihnen einen schweren, vollen Geschmack, und man kann die Säuerlinge je nach ihrem gleichzeitigen Natrongehalte in leichte oder natronarme und in schwere oder natronreiche einteilen. Die Grenze würde ungefähr bei einem Gehalte von 0,5 g Natrium ($Na^{\cdot}$) im Liter zu ziehen sein. Ganz schwere Natronwässer mit mehr als 1,0 g $Na^{\cdot}$ sind zum täglichen Gebrauche als Tafelwasser weniger geeignet. Manchen Leuten verursacht der andauernde tägliche Gebrauch solch schwerer und zugleich kalkärmerer Natronwässer wie Bilin, Vichy u. a. allmählich Magenverstimmung, wahrscheinlich infolge von Überreizung der Magennerven. Leichte Erdsalzsäuerlinge, wie z. B. Wildunger Georg Victor-Quelle, die oben erwähnte Herster Mineralquelle, Göppinger Christofquelle, Teinacher Bachquelle, Theophilquelle und einige ungarische Erdsalzsäuerlinge sind unter allen Umständen vorzuziehen. Nieren- und Blasenleidende dürfen überhaupt nur solche leichten Erdsalzsäuerlinge genießen, da Natronsalze die Harnabsonderung ungünstig beeinflussen.

In den Handbüchern über Bäderlehre umfaßt man unter dem Begriffe der „alkalisch-erdigen Mineralwässer“ zum Teil auch erdsalzärmere Quellen, die sich sonst in keiner andern Gruppe gut unterbringen lassen. Demgegenüber möchte ich den Begriff der „Erdsalzquellen“ etwas enger fassen und nur solche Quellen damit bezeichnen, die mindestens eine Gesamthärte von 50 deutschen Härtegraden und einen Calciumgehalt von 0,25 g $Ca^{\cdot\cdot}$ im Liter haben. Der Calciumgehalt solcher Wässer soll den Magnesiumgehalt beträchtlich übersteigen, etwa im Verhältnis von $2^1/_2$ bis 5 : 1.

Da in manchen Erdsalzquellen, wie Contrexéville, Riedborn u. a. die Menge der natürlich gebundenen Kohlensäure nicht ausreicht, um ihnen den Charakter eines angenehm prickelnden Tafelgetränks zu geben, so preßt man ihnen mitunter auf künstlichem Wege Kohlensäure ein. Dagegen läßt sich nichts einwenden, unter der Voraussetzung, daß die Quelle einwandfrei gefaßt ist, und daß das Mineralwasser ohne Berührung mit der atmosphärischen Luft unmittelbar von der Quelle in die Kohlensäureapparate geleitet werden kann. In diesem Falle verbindet sich das sauerstoffarme Mineralwasser ziemlich innig mit der künstlich zugeführten Kohlensäure, und ein auf solche Weise künstlich mit Kohlensäure angereichertes Mineralwasser gleicht in seiner Bekömmlichkeit durchaus den völlig natürlichen Erdsalzsäuerlingen. Ist dagegen ein Mineralwasser bereits mit der atmosphärischen Luft in Berührung gekommen, bevor es in die Kohlensäureapparate geleitet wird, dann hat es sich mehr oder we-

niger mit Sauerstoff gesättigt, und dieser Luftgehalt des Wassers ist das Haupthindernis für eine innige Bindung der künstlich zugeführten Kohlensäure mit dem Wasser. Mit dem Sauerstoff verbindet sich das Wasser viel leichter und inniger als mit der Kohlensäure. Der Sauerstoff des Wassers wirkt wie ein elastisches Kissen, das die künstlich eingepreßte Kohlensäure immer wieder abstößt und an der innigen Bindung mit dem Wasser hindert.

Von den im Handel befindlichen Tafelwässern können leider nur sehr wenige auf die angegebene einwandfreie Weise ohne Zutritt von Sauerstoff mit Kohlensäure angereichert werden, nämlich nur die eisenarmen Quellen. Die meisten Tafelwasserquellen Deutschlands gehören aber leider zu den eisenreichen Quellen, die in natürlichem Zustande schlecht schmecken und in der Flasche absetzen.

Ganz mit Recht wird ein eisenarmes, natürliches Mineralwasser, das in der Flasche völlig klar bleibt, höher eingeschätzt als ein eisenreiches, das Ocker absetzt. Diesem berechtigten Geschmacke der Bevölkerung suchen nun die Besitzer eisenreicher Säuerlinge entgegenzukommen, indem sie das Wasser ihrer Quellen „enteisenen". Es wird zu dem Zwecke durch Zerstäuben so weit wie möglich von Kohlensäure befreit. Die gasförmige Kohlensäure fängt man auf, kondensiert sie zu flüssiger Kohlensäure und bringt sie als solche entweder in den Handel oder verwendet sie nur zur Wiederanreicherung des eigenen enteisenten Tafelwassers. Das kohlensäurearm gewordene Wasser wird dann in großen Bottichen oder Zisternen einige Tage offen der Luft ausgesetzt, damit es daraus Sauerstoff anzieht. Durch den Sauerstoff der Luft werden die unbequemen Eisensalze ausgefällt. Gleichzeitig mit ihnen fallen aber auch große Mengen der nützlichen doppeltkohlensauren Erdsalze mit aus. Wenn das auf diese Weise künstlich veränderte Wasser sich nach einigen Tagen wieder geklärt hat, läßt man die obenstehenden klaren Schichten ablaufen, bringt sie in Sodawasserapparate und preßt ihnen flüssige Kohlensäure ein. Die englische Apollinarisgesellschaft geht noch weiter und setzt ihrem nebenbei bemerkt ziemlich kalkarmen Wasser zur Erhöhung des Wohlgeschmackes noch eine gewisse Menge Kochsalz zu. Und dieses künstliche Fabrikat wagt man dann als die Krone der natürlichen Tafelwässer zu bezeichnen. Abgesehen von einigen andern englischen Gesellschaften sind leider auch deutsche Fabrikanten den Spuren der Apollinarisgesellschaft gefolgt. Die Prospekte dieser Firmen sind meistens so geschickt abgefaßt, daß nur ein kundiger Fachmann daraus entnehmen kann, ob es sich um ein völlig natürliches Mineralwasser oder um ein Kunstprodukt handelt. Je nach der nicht immer ganz gleichen Behandlungsart

wechselt natürlich der Erdsalzgehalt solcher Halbfabrikate in gewissen Grenzen. Unter allen Umständen ist dieser Erdsalzgehalt bedeutend geringer geworden. Auf den meisten Prospekten dieser Enteisenungsfirmen aber steht die Analyse des natürlichen Mineralwassers verzeichnet, wie es vor der künstlichen Behandlung war! Nur eine einzige der mir bekannten Tafelwasserfabriken ist so ritterlich gewesen, eine Analyse des künstlich veränderten, enteisenten Mineralwassers zu liefern (Gertrudisquelle). Alle übrigen, z. B. Gerolsteiner, Kronthaler, Rhenser, Taunusbrunnen, Selzerbrunnen, Hubertussprudel, Tönnissteiner, Birresborner Lindenquelle, Arienheller, Crefelder Sprudel, Aachener Kaiserbrunnen u. a. suchen heute noch gleich Apollinaris den Anschein zu erwecken, als ob es sich bei ihren halbkünstlichen Fabrikaten um völlig natürliche Mineralwässer handelte. Ein besonders beliebter Trick besteht darin, daß man in den Reklame-Ankündigungen schreibt: „nur mit eigener Kohlensäure“ oder etwas offener „nur mit Zusatz der Quelle selbst entnommener Kohlensäure“. Damit soll der Anschein erweckt werden, als ob es eine viel geringere Abweichung von der Natur sei, wenn das künstlich veränderte Mineralwasser mit künstlich kondensierter Kohlensäure aus der gleichen Quelle wieder angereichert wird, anstatt mit Kohlensäure von anderer Herkunft, die vielleicht viel reiner ist. Das kommt mir ungefähr ebenso vor, als wenn jemand nicht ganz schmelzende Winterbirnen dörren, zu Kompot verarbeiten und hernach behaupten wollte, das sei frisches Obst, sobald nur der beim Dörren entweichende Wasserdampf aufgefangen, wieder zu Wasser verdichtet und dem Kompot beigefügt würde. In Wirklichkeit ist es völlig gleichgültig, woher das Kompotwasser stammt. Und ebenso ist es gleichgültig, ob die zur Wiederanreicherung des entgasten und enteisenten Wassers nötige kondensierte, flüssige Kohlensäure der eigenen Quelle entstammt oder nicht. Auf keinerlei Art kann Kompot von gedörrten Früchten wieder zu frischem Obste oder enteisentes Tafelwasser wieder zu natürlichem Mineralwasser werden.

Abgesehen von ihrem verminderten Erdsalzgehalte unterscheiden sich die enteisenten, halbkünstlichen Tafelwässer von den völlig natürlichen hauptsächlich durch die losere Bindung ihrer Kohlensäure. Alle enteisenten Tafelwässer lassen beim Öffnen der Flasche die überschüssige, eingepreßte Kohlensäure rasch entweichen; sie sprudeln genau ebenso wie künstliches Sodawasser.

Die völlig natürlichen Mineralwässer dagegen sprudeln nicht! Ihre Kohlensäure ist viel inniger ans Wasser gebunden und entweicht nur langsam in kleinen Bläschen. Wenn man ein natürliches Mineralwasser 24 Stunden lang offen in der Flasche stehen

läßt, dann sind immer noch bedeutende Mengen von Kohlensäure darin enthalten. Die sauerstoffhaltigen künstlichen und halbkünstlichen Wässer mit eingepreßter Kohlensäure dagegen schmecken schon nach kurzer Zeit völlig schal. Ihre Kohlensäure ist verflogen. Die in natürlichen Mineralquellen enthaltene fester gebundene Kohlensäure ist der Verdauung bedeutend zuträglicher als die Sprudel-Kohlensäure enteisenter Tafelwässer. Die eingepreßten Kohlensäuremengen der sauerstoffhaltigen, künstlichen und halbkünstlichen Tafelwässer entweichen im Magen viel zu rasch, sammeln sich an, rufen ein Druckgefühl hervor und stören die Verdauung.

Wir haben gesehen, daß es auch in den kalkärmsten Gegenden immerhin möglich ist, die Erdsalzarmut zu bekämpfen. Aber die Kalkzufuhr darf nicht etwa nur gelegentlich einmal vorgenommen werden, sie muß vielmehr regelmäßig von statten gehen und mit einer gewissen Küchenreform verbunden sein. Sobald die Kenntnis von den Gefahren der Erdsalzarmut genügend verbreitet sein wird, kann es nicht ausbleiben, daß u. a. zahlreiche Kalk- oder Erdsalzsanatorien errichtet werden. Und diese Sanatorien werden die geeignetsten Pflanzstätten werden für die von mir angestrebte Küchenreform. Indessen möchte ich schon an dieser Stelle vor allzu weit gespannten Erwartungen warnen. Der volle Nutzen erdsalzeicher Ernährung wird sich nicht auf einmal, sondern erst im Laufe von mehreren Geschlechterfolgen geltend machen. **Wer seinen Kindern die Vorteile erdsalzreicher Ernährung sichern will, muß schon vor ihrer Geburt bei sich selbst mit der Zufuhr von Erdsalzen beginnen.**

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

LANE MEDICAL LIBRARY

This book should be returned on or before the date last stamped below.

114316

V513 Röse, C. 114316
K1R7 Erdsalzarmut und
1908 Entartung.

NAME | DATE DUE